

Министерство здравоохранения Украины
Украинская медицинская стоматологическая Академия

Кафедра нормальной физиологии
В. П. Мищенко, А. П. Павленко

НОРМАЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

(учебное пособие для студентов медсестринского факультета)

Учебное пособие " Нормальная физиология" составлено сотрудниками кафедры нормальной физиологии Украинской медицинской стоматологической Академии профессором В. П. Мищенко и доцентом А. П. Павленко.

Основное назначение пособия - изучение материала по курсу нормальной физиологии. Предназначается для студентов медсестринского факультета в помощь при подготовке к лабораторным занятиям, а также экзаменам.

Рецензенты пособия: д. м. н. Г. А. Лобань - Черета, д. м. н. Е. Л. Еремина.

ВОЗБУДИМЫЕ ТКАНИ

Универсальным свойством живой материи является раздражимость способность к изменению обмена веществ под воздействием раздражителя. В процессе эволюции возникли специализированные возбудимые ткани и возбудимость как высококодифференцированная специализированная форма раздражимости.

ВОЗБУДИМОСТЬ - это способность живой ткани реагировать возбуждением на воздействие раздражителя. К возбудимым тканям относятся мышечная, нервная и железистая ткани.

ВОЗБУЖДЕНИЕ - сложный биологический процесс, характеризующийся временной деполяризацией мембран клеток, изменением обменных процессов, теплообразования и другими биофизическими и физиологическими явлениями. Процесс возбуждения, возникая и протекая в живой ткани, имеет ряд внешних проявлений, или признаков, из которых одни являются общими для любой живой ткани, качественно неспецифическими. Другие признаки возбуждения, напротив, имеют различное выражение в реакции тканей на воздействие извне, т. е. являются специфическими проявлениями возбуждения.

К числу первых, неспецифических, общих для всех образований, признаков возбуждения, относится протекание в любой живой ткани под влиянием раздражителя физико - химических и химических реакций, связанных с освобождением различных видов энергии - электрической, тепловой лучистой. Интенсивность этих реакций не одинакова, например, в мякотных нервах процесс возбуждения связан с расходом энергии в миллионы раз меньшим, нежели процесс возбуждения, протекающий в иннервируемой этим нервом скелетной мышце. Однако и в нерве, и в мышце, как и в любой живой ткани, процесс возбуждения начинается с изменения ионного обмена в системе "клетка - окружающая среда", сопровождающегося освобождением различных видов энергий, прежде всего электрической, что может быть точно учтено при помощи современной техники.

К специфическим признакам возбуждения относятся функциональные отправления живого образования, являющиеся конечным звеном в сложной многозвеньевой реакции на раздражение. Так, например, для мышечной ткани специфическим признаком

возбуждения является сокращение, для железистой эпителиальной клетки - выделение секрета, для нерва - возникновение нервного импульса.

Организм непрерывно подвергается множеству воздействий. Факторы, вызывающие переход из состояния покоя в состояние деятельности, называются раздражителями. Они могут быть внешними, исходящими из окружающей среды, и внутренними, возникающими при изменении состояния органов, тканей, состава крови и тканевой жидкости.

Все многообразие раздражителей можно разделить на отдельные группы по принципам:

по энергетической природе - физические, химические, физико-химические, биологические, социальные;

по биологическому значению - адекватные и неадекватные;

по силе - подпороговые, пороговые, надпороговые.

Живая ткань, организм в целом своей реакцией отображает качественные и количественные особенности воздействия раздражителей. Между характером раздражения и ответной реакцией живой ткани существуют тесные отношения, которые находят выражение в так называемых законах раздражения:

1) Закон силы раздражения: чем сильнее раздражение, тем сильнее (до известных пределов) и ответная реакция ткани. Минимальная сила раздражителя способная вызвать минимальную ответную реакцию, называется порогом раздражения. Так как в качестве раздражителя используется электрический ток, то порог раздражения обозначается в размерностях силы или, чаще, напряжения раздражающего тока. Очевидно, что возбудимость ткани тем выше, чем ниже сила порогового раздражения, или, как обычно принято говорить, чем ниже порог возбуждения ткани.

Раздражитель, сила которого ниже порога возбуждения, носит название подпорогового раздражителя. Действие подпорогового раздражителя на ткань вызывает определенные изменения обмена веществ ткани, причем тем большие, чем выше сила этого подпорогового раздражителя.

Если сила раздражения превосходит пороговую, величина ответной реакции ткани возрастает. Увеличение ответа ткани протекает параллельно росту силы раздражения вплоть до известного определенного для каждой ткани предела дальнейшее увеличение силы раздражения уже не ведет за собой увеличения ответной реакции.

2) Закон "все или ничего" - на действие подпороговых раздражителей структура не отвечает - "ничего", а на действие пороговой силы возникает максимальная ответная реакция - "все". Дальнейшее увеличение силы не приводит к увеличению ответной реакции.

3) Закон длительности раздражения или закон "силы - времени". Реакция живой ткани зависит не только от силы раздражения, но и от времени действия раздражителя. С увеличением силы раздражителя требуется меньше времени его воздействия на ткань для получения ответной реакции.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАКОНЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ

В зависимости от физиологических свойств и структуры, определяемой при световой микроскопии, различают три типа мышечной ткани: скелетную, сердечную, гладкую.

Сокращение скелетных мышц осуществляется произвольно через посредство соматических нервов в отличие от сердечной и гладкой мышц, управляемых вегетативной нервной системой. Скелетные мышцы прикрепляются к костям скелета, сердечная мышца образует основную массу ткани сердца, а гладкие мышцы - мышечные слои внутренних органов (пищеварительного тракта, кровеносных сосудов и т. д.).

Скелетные мышцы состоят из пучков, образуемых множеством волокон. Пучки отделены друг от друга соединительно - тканевыми прослойками, по которым проходят сосуды и нервы. Отдельные волокна заключены в трубчатую оболочку (сарколемму) и отличаются характерной поперечной исчерченностью.

Гладкомышечные волокна - узкие и длинные, не имеют поперечной исчерченности. В каждом волокне всего одно ядро в отличие от многоядерных волокон скелетных мышц.

СКЕЛЕТНЫЕ МЫШЦЫ. Скелетные мышцы состоят из отдельных многоядерных волокон, обладающих поперечной исчерченностью. Эта исчерченность образована чередованием темных (анизотропных) А - дисков и светлых (изотропных) I - дисков. Волокна скелетной мышцы имеют сарколемму и состоят из миофибрилл.

Чередующиеся I - и А - диски состоят соответственно из молекул актина и миозина, образующих протофибриллы. В мышечном волокне содержатся также тропомиозин и тропонин. По современным

представлениям тропомиозиновые и тропониновые нити, прикрепляющиеся к гораздо более крупным актиновым нитям, регулируют взаимодействие толстых и тонких нитей в процессе мышечного сокращения. Тропонин обладает высоким сродством к кальцию, и реакция между этим белком и кальцием может быть пусковым механизмом для мышечного сокращения.

МЕХАНИКА МЫШЕЧНОГО СОКРАЩЕНИЯ. Механическому сокращению мышцы предшествует ее электрическое возбуждение, вызываемое разрядом двигательных нейронов в области нервно - мышечного соединения (двигательной концевой пластинки), т. е. в месте контакта нерва и мышцы. Здесь высвобождается медиатор ацетилхолин, который взаимодействует с постсинаптической мембраной и вызывает электрическое возбуждение мышцы - потенциал действия.

Под влиянием потенциала действия высвобождается кальций, запускающий механическое сокращение в следующей последовательности:

1. Кальций выходит из цистерн, или пузырьков, саркоплазматического ретикулума и перемещается к толстым и тонким нитям.

2. Кальций связывается с тропонином.

3. Между миозиновыми и актиновыми нитями образуются поперечные мостики, и актиновые нити скользят вдоль миозиновых, что приводит к сокращению мышцы.

4. Активация кальциевого насоса, приводящая к снижению концентрации свободных ионов Ca^{++} в саркоплазме и расслаблению миофибрилл.

Основным источником энергии, необходимой для мышечного сокращения, служит аденозинтрифосфат (АТФ). Энергия высвобождается в результате реакции: АТФ - Энергия + АДФ + Фосфат.

Длительность единичного мышечного сокращения составляет примерно 0,1 с. Если на мышцу наносить повторные раздражения постоянной силы и длительности с частотой, несколько ниже той, при которой возникает тетанус, то можно наблюдать феномен лестницы (зубчатый тетанус). Это явление заключается в том, что амплитуда сокращений в ответ на первые несколько раздражений увеличивается, а затем устанавливается на постоянном уровне.

Электрический ответ мышцы на раздражение (потенциал действия) характеризуется периодом рефрактерности, когда мышца

не отвечает на раздражение, в механическом же сокращении скелетной мышцы такого периода нет. Поэтому если на мышцу наносить повторное раздражение в тот момент, когда она еще не полностью расслабилась после предшествующего сокращения, можно наблюдать усиление сокращения, или суммацию. Напряжение, или усилие, развиваемое при суммации, больше, чем при одиночном сокращении. При повышении частоты раздражений амплитуда суммационного сокращения увеличивается, однако, если частота не достаточна для того, чтобы наступил гладкий тетанус, на кривой сокращения можно различить отдельные зубцы (зубчатый тетанус). Суммация наблюдается также при увеличении числа одновременно сокращающихся моторных единиц.

Под **ТОНУСОМ** мышцы понимают состояние ее частичного сокращения, когда мышца напрягается, но не производит движения. При потере тонуса мышцы становятся вялыми. При интенсивной физической нагрузке мышцы увеличиваются (гипертрофируются), что связано с увеличением размеров мышечных волокон.

Скелетные мышцы подразделяются в зависимости от выполняемой функции, т. е. сгибания, разгибания, вращения в суставе, отведения, приведения.

Важной особенностью мышц является их утомление при продолжительной работе.

ГЛАДКИЕ МЫШЦЫ. Гладкомышечные клетки имеют веретенообразную форму. Соединенные особыми межклеточными контактами, они образуют сеть, в которую вплетаются коллагеновые волокна. Благодаря нерегулярному распределению миозиновых и актиновых нитей гладкомышечные клетки лишены поперечной исчерченности, которая характерна для сердечной и скелетной мышц.

Гладкомышечные клетки укорачиваются в результате относительного скольжения нитей, но скорость скольжения и скорость расщепления АТФ в 100 - 1000 раз меньше, чем в поперечно - полосатых мышцах. Благодаря этому гладкие мышцы особенно хорошо приспособлены для длительного стойкого сокращения без утомления и с небольшой затратой энергии.

Благодаря своей пластичности гладкая мышца может быть полностью расслаблена как в укороченном, так и в растянутом состоянии.

СЕРДЕЧНО - СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Кровь в организме находится в постоянном движении. Это движение называется кровообращением. Благодаря кровообращению через кровь осуществляется связь всех органов тела человека, снабжение питательными веществами и кислородом, выведение продуктов обмена, гуморальная регуляция и другие жизненные функции организма. Прекращение кровообращения ведет к гибели организма.

Главным органом кровообращения является сердце - полый мышечный орган, совершающий ритмические сокращения.

В правое предсердие впадают две самые крупные вены - верхняя и нижняя полые вены, по которым протекает венозная кровь от всех частей тела. Сюда же открывается общий венозный сосуд самого сердца - венечная пазуха сердца.

В левое предсердие открываются четыре легочных вены, которые несут артериальную кровь от легких к сердцу.

Из правого желудочка выходит легочной ствол (легочная артерия), по которому венозная кровь направляется в легкие.

Из левого желудочка выходит самый крупный артериальный сосуд - аорта, которая несет артериальную кровь для всего организма.

Кровоснабжение сердца происходит через две венечные (коронарные) артерии - правую и левую.

У предсердно - желудочковых отверстий располагаются справа трехстворчатый, слева - двустворчатый, или митральный, клапаны. Около отверстия легочного ствола и отверстия аорты имеются полулунные клапаны.

Работа сердца состоит из ритмически повторяющихся сокращений и расслаблений предсердий и желудочков. Сокращение называется систолой, а расслабление - диастолой. Сокращения и расслабления различных отделов сердца происходят в строго определенной последовательности. Вначале сокращаются одновременно оба предсердия (1 фаза), кровь при этом переходит из предсердий в желудочки; последние расслабляются. Затем наступает одновременное сокращение обоих желудочков (2 фаза), предсердия в это время переходят в состояние расслабления. Кровь во время систолы желудочков с силой выбрасывается в аорту и легочную артерию. После сокращения желудочков начинается их расслабление

(3 фаза); предсердия в это время находятся также в расслабленном состоянии. Эта фаза сердечной деятельности носит название общей паузы. Систола предсердий продолжается около 0,1 секунды, систола желудочков - 0,3 секунды, общая пауза - 0,4 секунды, следовательно, один цикл работы сердца занимает около 0,8 секунд.

СВОЙСТВА СЕРДЕЧНОЙ МЫШЦЫ:

АВТОМАТИЯ. Ритмические сокращения сердца возникают под действием импульсов, зарождающихся в нем самом. В норме ритмические импульсы генерируются только специализированными клетками водителями ритма (пейсмекера) и проводящей системы сердца.

В норме водителем ритма служит синоатриальный (СА) узел, расположенный в стенке правого предсердия у места впадения в него верхней полой вены. Частота разрядов импульсов СА - узла в покое составляет от 60 до 80 в 1 мин. От этого узла возбуждение распространяется сначала к рабочему миокарду обоих предсердий со скоростью 1 м/с. В области атриовентрикулярного узла возбуждение на короткое время (0,02 - 0,04с) задерживается и скорость его проведения составляет 0,05м/с. Дальше волна возбуждения распространяется на пучок Гисса а затем на волокна Пуркинье со скоростью 2 - 4м/с.

Атриовентрикулярный узел способен генерировать импульсы с частотой 40 - 60 в мин. и является водителем второго порядка. Пучок Гиса, ножки Гиса, волокна Пуркинье являются водителями ритма 3 - го порядка и генерируют импульсы с частотой 30 - 40 в мин.

Автоматия имеет миогенную природу, и причиной ее являются особые биоэлектрические свойства элементов проводящей системы. Для клеток узлов автоматии характерно высокое содержание ионов натрия и более низким содержанием ионов калия по сравнению с другими миокардиальными структурами.

Возбудимость сердечной мышцы, как и любого возбудимого образования, меняется во время ее деятельности.

При развитии возбуждения сердце теряет способность отвечать на раздражение новой волной возбуждения, возникает период абсолютной рефрактерности. Период абсолютной рефрактерности совпадает с систолой сердца и продолжается в желудочке 0,27с. Любой силы раздражитель не способен возбудить сердечную мышцу в этот период. Абсолютная рефрактерность сменяется состоянием пониженной возбудимости или относительной рефрактерности, которая продолжается в мышце желудочков около 0,03 с и совпадает

с фазой его расслабления. Возбудимость сердца в этот период постепенно нарастает, но остается ниже нормы.

Вслед за относительной рефрактерностью наступает короткий период повышенной или супернормальной возбудимости. Он приходится на конец фазы расслабления. В этот период сердце способно отвечать на слабые допороговые раздражения. Наконец возбудимость сердца возвращается к норме.

Раздражение, нанесенное на сердечную мышцу в период нормальной возбудимости, относительной рефрактерности и супернормальной возбудимости, вызывает внеочередное сокращение - экстрасистолю.

СОКРАТИМОСТЬ сердечной мышцы подчиняется определенным законам и значительно отличается от сократимости скелетной и гладкой мышц. Сердечная мышца в отличие от скелетной не может отвечать на частые раздражения суммацией одиночных сокращений, или тетанусом. Это свойство миокарда имеет большое значение для нагнетательной функции сердца. Тетаническое сокращение, продолжающееся дольше периода изгнания крови, препятствовало бы наполнению сердца. Сердце сокращается по закону "все или ничего".

Сила сокращения сердца определяет насосную функцию сердца. Количество выброшенной крови, или ударный объем, зависит от объема крови, находящейся в желудочке в момент его сокращения, и от силы сокращения. Сила сокращения сердца тем больше, чем сильнее растянуты его волокна, т. е. количество крови, выбрасываемой при сокращении, тем больше, чем больше ее накапливается в сердце во время диастолы (закон Франка - Старлинга). Благодаря этому механизму выброс сердца может изменяться в зависимости от объема притекающей к сердцу крови.

ТОНЫ СЕРДЦА. Во время работы сердца возникают звуки, которые носят название тонов сердца. Их можно выслушивать, прикладывая ухо непосредственно к грудной клетке, или при помощи специальных приборов фонендоскопов. Выслушивание в медицине называется аускультацией. В основе сердечных тонов лежат колебательные движения различных структур сердца: клапанов, мышцы, сосудистой стенки, хорд. Различают 4 нормальных тонов сердца.

При этом 1 и 2 тона выслушиваются всегда, 3 и 4 тона определяются не у всех людей, при этом чаще с помощью фонокардиограммы. Первый тон возникает в начале систолы

желудочков. Он обусловлен сокращением мускулатуры желудочков, а также замыканием створчатых клапанов и называется систолическим. Второй тон зависит от замыкания полулунных клапанов желудочков и называется диастолическим.

При некоторых заболеваниях сердца характер тонов изменяется. Так, при болезненных изменениях в сердечной мышце обычно уменьшается сила и ясность тонов. При пороках сердца тоны сердца теряют свою чистоту, к ним примешиваются необычные звуки - шумы. Поэтому выслушивание тонов сердца - один из важных способов обследования в медицинской практике.

ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИЯ. Возбуждение и связанное с ним сокращение сердечной мышцы, как и других мышц, сопровождается биоэлектрическими явлениями - токами действия. Они проводятся на поверхности тела и при помощи электрокардиографов записываются на бумаге на электрокардиограмме (ЭКГ) у здорового человека различают пять постоянных зубцов, которые обозначаются буквами P, Q, R, S, T. Различные зубцы связаны с возбуждением и сокращением разных отделов сердца. При заболеваниях сердца наблюдаются изменения на ЭКГ. В зависимости от характера изменений судят о заболевании.

КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Кровь циркулирующая по сосудам, оказывает на их стенки определенное давление. Величина кровяного давления обусловлена двумя причинами: 1) работой сердца; 2) сопротивлением стенок кровеносных сосудов, которое приходится преодолевать крови во время своего движения.

Различают максимальное, или систолическое, кровяное давление и минимальное или диастолическое.

В медицинской практике обычно производят измерение кровяного давления в плечевой артерии. У взрослого человека максимальное давление в этой артерии равняется 110 - 125 мм. рт. ст., минимальное - 65 - 80 мм. рт. ст.

При заболеваниях, связанных с нарушением кровообращения, величина кровяного давления изменяется. В одних случаях давление оказывается повышенным - гипертония, в других - пониженным - гипотония. Непосредственными причинами понижения кровяного давления может быть уменьшение числа и силы сокращений сердца, расширение артерий, особенно мелких, большие кровопотери.

Значительное понижение кровяного давления ведет к серьезным нарушениям в организме, а иногда может быть опасным для жизни.

Длительное повышение давления наблюдается при гипертонической болезни.

Измерение АД производится с помощью сфигмоманометра по методу Короткова:

- 1) на плечо испытуемого надевают манжету;
- 2) к локтевой ямке прикладывают фонендоскоп для выслушивания пульса в плечевой артерии;
- 3) при помощи резиновой груши накачивают воздух в манжетку для сдавливания плечевой артерии до прекращения тока крови в ней;
- 4) затем, пользуясь специальным винтом, воздух из манжетки очень медленно выпускают до момента появления в фонендоскопе характерного звука. В этот момент отмечают величину систолического давления по показаниям манометра;
- 5) после этого продолжают выпускать воздух до исчезновения звука в фонендоскопе. В этот момент отмечают величину диастолического давления.

ПУЛЬС. Пульсом называется волнообразные колебания стенок артерий. Эти колебания происходят в результате ритмических сокращений сердца.

Пульс можно прощупать в артериях, расположенных поверхностно, прижимая их к подлежащим костям. В медицинской практике обычно пульс определяют на лучевой артерии в нижнем отделе предплечья. При этом исследуют частоту, ритм, напряжение и наполнение. Свойства пульса зависят от работы сердца и состояния сосудистой стенки. Следовательно по характеру пульса можно судить о состоянии сердечной деятельности.

Частота пульса в состоянии покоя у взрослого человека равна 60 - 80 ударам в минуту. У новорожденных детей пульс - 140 в минуту.

Запись кривой пульсового колебания стенки артерии производится посредством особого прибора - сфигмографа и называется сфигмограммой.

НЕРВНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Сердце принадлежит к числу автоматических функционирующих образований, но оно должно строго соответствовать меняющимся потребностям организма в кровоснабжении. Это осуществляется за счет нервной и гуморальной регуляции сердечной деятельности.

В основе нервной регуляции лежит рефлекторный принцип

(рефлекс). Рефлекторные изменения в сердечной деятельности могут быть получены при раздражении различных рецепторов организма (интерорецепторов внутренних органов, сосудов и проч., и разнообразных экстерорецепторов). Но во всех случаях возбуждения переключается лишь на определенные эфферентные пути - "центробежные нервы сердца", которые проходят в составе блуждающего и симпатических нервов.

Блуждающий нерв относится к парасимпатическому отделу вегетативной системы. Его ядро расположено на дне четвертого желудочка продолговатого мозга. Отсюда выходят преганглионарные волокна блуждающего нерва, которые прерываются в интрамуральных ганглиях сердца. Здесь лежат вторые нейроны, их отростки направляются к сократительным элементам сердца и проводящей системе.

Ядра симпатических нервов лежат в боковых рогах спинного мозга (с I по V грудной сегменты). Преганглионарные волокна их выходят из спинного мозга по передним корешкам и направляются в симпатическую цепочку. Перерыв их происходит в звездчатом и верхних шейных узлах. Здесь находятся вторые нейроны симпатического нерва, их постганглионарные волокна оканчиваются в сердце.

Воздействие центробежных нервов на сердце изменяет различные стороны его деятельности: частоту сокращений (хронотропный эффект), силу сердцебиений (инотропный эффект), скорость проведения возбуждения (дромотропный эффект) и возбудимость сердца (батмотропный эффект).

Блуждающий нерв оказывает в основном отрицательное влияние на все показатели деятельности сердца. При достаточно интенсивном возбуждении блуждающего нерва может наступить полная остановка сердца в диастоле. Симпатический нерв оказывает стимулирующее влияние на сердце, усиливая все стороны его деятельности.

Существенную роль в рефлекторной регуляции сердечной деятельности (и сопряженно кровяного давления) играют сосудистые рефлексогенные зоны, расположенные в дуге аорты, каротидном синусе, верхней полой вене и правом предсердии. Их рецепторы реагируют на изменение кровяного давления (барорецепторы) и химического состава (хеморецепторы).

ГУМОРАЛЬНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. Гуморальная регуляция осуществляется за счет физиологически активных веществ организма, выделяемых в кровь. К этим веществам

относятся гормоны, ряд продуктов клеточного метаболизма, некоторые электролиты.

Так, гормоны поступают в кровь в результате нервных воздействий. Среди гормонов, оказывающих влияние на сердечно - сосудистую систему, наибольшее значение имеет адреналин - гормон мозгового слоя надпочечников. Его содержание в крови возрастает при мышечной работе, эмоциональных нагрузках, болевых раздражениях. Эффект действия адреналина на сердечную мышцу напоминает влияние симпатической нервной системы.

Важная роль в регуляции состояния сердечной мышцы принадлежит некоторым ионам. Особенно существенно для нормального функционирования сердца содержание в плазме крови и межклеточных пространствах ионов калия, натрия, кальция и правильное их соотношение.

ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

НЕДОСТАТОЧНОСТЬ КРОВООБРАЩЕНИЯ - это такое нарушение гемодинамики, при котором органы и ткани организма не обеспечиваются соответствующим их потребностям количеством циркулирующей крови. Это приводит к нарушению их обеспечения кислородом, питательными веществами и удалению конечных продуктов обмена.

Недостаточность кровообращения может возникнуть вследствие ухудшения работы сердца (недостаточность сердца) или изменения функции сосудов (недостаточность сосудов). Часто наблюдается комбинированная сердечно - сосудистая недостаточность.

Различают три варианта недостаточности сердца:

1) Недостаточность сердца от перегрузки - развивается при пороках сердца, гипертензии большого круга кровообращения или при выполнении чрезмерной физической работы.

2) Недостаточность сердца при повреждении миокарда, вызванном инфекцией, интоксикацией, гипоксией, утомлением и др.

3) Смешанная форма недостаточности сердца.

Если повышенная нагрузка на сердце чрезмерна, компенсаторные механизмы не справляются с перегрузкой и развивается острая недостаточность сердца.

Острая недостаточность сердца развивается при фибрилляции желудочков, инфаркте миокарда, миокардитах. При этом

наблюдается недостаточное наполнение кровью артериальной системы, ведущее к ишемии головного мозга с тяжелыми изменениями его функции, напоминающими картину шока и нередко сопровождающимися потерей сознания и судорогами.

ИНФАРКТ МИОКАРДА - это очаговая ишемия и некроз мышцы сердца, возникающие вследствие прекращения притока крови по одной из ветвей коронарных артерий или в результате поступления ее в количестве, недостаточном для покрытия энергетических потребностей. Самой частой причиной повреждения стенки коронарных артерий является атеросклероз.

Предрасполагающими к возникновению инфаркта миокарда факторами, получившими название факторов риска, являются: наследственная обусловленность, гипертоническая болезнь, сахарный диабет, факторы внешней среды - малоподвижный, эмоционально напряженный образ жизни, избыточное питание с потреблением большого количества жиров, курение.

Одним из тяжелейших осложнений инфаркта миокарда является кардиогенный шок, при котором происходит снижение сердечного выброса на фоне значительного повышения общего периферического сопротивления вследствие увеличения активности симпатoadренальной системы. Присоединяющееся нарушение микроциркуляции в тканях ведет к гипоксии, нарушению деятельности головного мозга и других органов, смерти.

НЕЙРОГЕННЫЕ ПОРАЖЕНИЯ СЕРДЦА. Дистрофические изменения и некроз миокарда можно вызвать также острым или хроническим раздражением шейно - грудного узла симпатического ствола, блуждающего нерва или других отделов головного мозга. Введение в кровяной ток больших доз адреналина или норадреналина также ведет к поражению сердца. В механизме нейрогенных поражений лежит несоответствие между уровнем функции, метаболизма и кровоснабжения.

АРТЕРИАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ - это стойкое повышение артериального давления. По происхождению различают гипертензию первичную и вторичную. Вторичное повышение артериального давления является лишь симптомом, следствием какого-нибудь заболевания (гломерулонефрита, сужение дуги аорты и др.).

Первичная гипертензия (гипертоническая болезнь) - характерно то, что повышение артериального давления является основным проявлением болезни.

АРТЕРИАЛЬНАЯ ГИПОТЕНЗИЯ - характеризуется стойким

понижением артериального давления, обусловленное преимущественно понижением тонуса резистивных сосудов. Различают физиологическую гипотензию (не сопровождается болезненными симптомами) и патологическую.

ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА

Внутренняя среда организма представлена тканевой (интерстициальной) жидкостью, лимфой и кровью, состав и свойства которых теснейшим образом связаны между собой. Однако истинной внутренней средой организма является интерстициальная жидкость, ибо лишь она контактирует с клетками животного и человеческого организма. Кровь же соприкасаясь непосредственно с эндокардом и эндотелием сосудов, обеспечивает их жизнедеятельность и лишь косвенно через тканевую жидкость вмешивается в работу всех без исключения органов и тканей. Вместе с тем, сосудистая стенка оказывает непосредственное влияние на состав и свойства крови, так как выделяет в кровяной ток гормоны и различные биологически активные соединения - пептиды, простагландины, лейкотриены и др.

Основной составной частью тканевой жидкости, лимфы и крови является вода. В организме человека ее доля составляет до 75% от массы тела. Для человека весом в 70 кг на интерстициальную жидкость и лимфу приходится до 30% (20 - 21 л), внутриклеточную жидкость - 40% (27 - 29 л) и плазму около 5% (2,8 - 3,0 л) от массы тела.

Между кровью и тканевой жидкостью происходит постоянный обмен веществ и транспорт воды, несущей растворенные в ней продукты обмена, гормоны, газы, биологически активные соединения. Следовательно, внутренняя среда организма представляет собой единую систему гуморального транспорта, включающую общее кровообращение и движение в последовательной цепи: кровь - интерстициальная жидкость - ткань (клетка) - интерстициальная жидкость - лимфа - кровь.

Следует заметить, что внутриклеточная жидкость, плазма крови, интерстициальная жидкость и лимфа имеют различный состав, что в значительной степени определяет интенсивность водного, ионного и электролитного обмена, катионов, анионов и продуктов метаболизма между кровью, тканевой жидкостью и клетками. Под влиянием внешних воздействий и сдвигов, происходящих в самом организме, состав интерстициальной жидкости, лимфы и крови на короткое время

может изменяться в широких пределах, однако, благодаря регуляторным воздействиям, осуществляемой нервной системой и гуморальными факторами, сравнительно быстро возвращается к норме. Более же длительные сдвиги в гомеостазе не только сопровождают развитие патологического процесса, но и зачастую несовместимы с жизнью.

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ КРОВИ

Представление о системе крови сформировано известным отечественным клиницистом Г. Ф. Лангом, который считал, что в это понятие должна входить кровь, органы кроветворения и кроверазрушения, а также аппарат регуляции. Согласно Г. Ф. Лангу, кровь как ткань, обладает следующими особенностями: 1) все ее составные части образуются за пределами сосудистого русла; 2) межклеточное вещество ткани является жидким; 3) основная часть ткани находится в постоянном движении.

Кровь высших животных преимущественно заключена в систему замкнутых трубок - кровеносных сосудов. Состоит кровь из жидкой части - плазмы и форменных элементов: эритроцитов, лейкоцитов и кровяных пластинок, или тромбоцитов. У взрослого человека форменные элементы крови занимают около 42 - 48%, а плазма - 52 - 58%. Это соотношение получило название гематокрита (гем - кровь, крит - показатель).

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИИ КРОВИ:

1. Транспортная - кровь переносит необходимые для жизнедеятельности органов и тканей различные вещества, газы и продукты обмена. Транспортная функция осуществляется как плазмой, так и форменными элементами. Благодаря транспорту осуществляется дыхательная функция крови, которая заключается не только в переносе газов, но и в переходе их из крови в легкие и ткани. Кровь осуществляет перенос гормонов, питательных веществ, продуктов обмена, ферментов, различных биологически активных соединений, солей, кислот, щелочей, катионов, анионов, микроэлементов и др. С транспортом связана и экскреторная функция крови - выделение из организма ненужных, отслуживших свой срок или находящихся в данный момент в избытке, различных веществ.

2. Защитные функции крови чрезвычайно разнообразны. С наличием в крови белых кровяных телец - лейкоцитов связана специфическая (иммунитет) и неспецифическая (главным образом фагоцитоз) защита организма. К защитным функциям относится сохранение в циркуляции жидкого состояния крови и остановка кровотечения (гемостаз) в случае нарушения целостности сердца или сосудов.

3. Кровь осуществляет так называемую гуморальную регуляцию деятельности организма, что в первую очередь связано с

СОСТАВ ПЛАЗМЫ КРОВИ

Жидкая часть крови - **ПЛАЗМА** - представляет собой желтоватого цвета слегка опалесцирующую жидкость, в состав которой входят различные соли (электролиты), белки, жиры, углеводы, продукты обмена, гормоны, ферменты, витамины и растворенные в ней газы.

Следует заметить, что состав плазмы отличается лишь относительным постоянством и во многом зависит от приема пищи воды и солей. В то же время концентрация глюкозы, белков, всех катионов, хлора и бикарбонатов удерживается на более или менее постоянном уровне и лишь на короткое время может выходить за пределы нормы. Любые отклонения этих показателей от средних величин на длительное время приводит к тяжелейшим последствиям для организма, зачастую несовместимыми с жизнью. Содержание же других составных элементов плазмы - фосфатов, мочевины, мочевой кислоты, нейтрального жира может варьировать в довольно широких пределах, не вызывая расстройств функции организма.

В общей сложности минеральные вещества плазмы составляют около 0, 9%. Содержание глюкозы в крови колеблется в пределах от 4, 5 до 6, 5 ммоль/литр.

Растворы, имеющие одинаковое с кровью осмотическое давление, получили название изотонических, или физиологических. К таким растворам для теплокровных животных и человека относится 0, 9% раствор хлористого натрия или 5% раствор глюкозы. Изотонический раствор хлористого натрия способен в течение короткого времени поддерживать жизнедеятельность изолированных органов и тканей, а также в экстренных случаях (при кровопотере) выполнять функции кровезамещающего раствора.

Важнейшей составной частью плазмы являются белки, содержание которых соответствует 7 - 8% от массы плазмы. Белки плазмы состоят из альбуминов, глобулинов и фибриногена.

Функции белков плазмы крови весьма разнообразны:

- 1) они обеспечивают онкотическое давление крови, от которого в значительной степени зависит обмен воды и растворенных в ней веществ и газов между кровью и тканевой жидкостью;
- 2) обладая буферными свойствами, они регулируют pH крови;
- 3) оказывают влияние на вязкость крови и плазмы, что чрезвычайно важно для поддержания нормального уровня кровяного давления;
- 4) обеспечивают течение так называемого гуморального иммунитета, ибо являются антителами (иммуноглобулинами);

поступлением в циркуляцию гормонов, биологически активных соединений и продуктов обмена. Благодаря регуляторной функции крови осуществляется сохранение постоянства внутренней среды организма, водного и солевого баланса тканей и температуры тела, контроль за интенсивностью обменных процессов, регуляция гемопозза и течение других физиологических функций.

Следует, однако, подчеркнуть, что все три основные функции крови - транспортная, защитная и регуляторная - теснейшим образом связаны между собой и неотделимы друг от друга.

КОЛИЧЕСТВО КРОВИ у человека составляет от 6 до 8% от веса тела, т. е. в среднем 5 - 6 литров. Следует заметить, что из всей массы крови при нормальных условиях $\frac{2}{3}$ ее находится в венах и лишь $\frac{1}{3}$ - в артериях. Так как количество крови притекающей по венам к сердцу должно быть равно количеству крови, оттекающей от него по артериям, то становится ясно, что $\frac{1}{3}$ крови выключена из кровообращения. Эта кровь получила название депонированной. Она представляет из себя резерв, который может быть в короткий срок переброшен в циркуляцию для лучшего снабжения тканей кислородом.

Установлено, что в среднем количество циркулирующей крови соответствует 60 - 70 мл/кг массы. Объем же депонированной крови у взрослого человека может доходить до 1, 5 - 2 литров.

К органам депо относится селезенка. При ее сокращении в циркуляцию поступает за короткий промежуток времени до 300 мл крови. Селезенку нередко называют депо крови I порядка, так как она первой реагирует выбросом крови в случае возникшей в том необходимости. Кроме того, к депо крови относятся печень, легкие, а также подкожные сплетения кровеносных сосудов, в которых кровь выключена из циркуляции.

Емкость депо крови уменьшается, а следовательно, количество циркулирующей крови возрастает при следующих обстоятельствах: 1) мышечная нагрузка; 2) повышение температуры внешней среды и при увеличении температуры тела (лихорадке); 3) при недостатке кислорода в тканях, в частности, при подъеме на большую высоту; 4) при кровопотере; 5) при инъекции гормона мозгового слоя надпочечника - адреналина; 6) при беременности.

Увеличение количества циркулирующей крови в соответствующих случаях (за исключением беременности) происходит очень быстро - за несколько секунд, чаще минут.

состояние сосудисто - тромбо-цитарного гемостаза;

6) способствуют сохранению жидкого состояния крови, так как входят в состав противосвертывающих веществ, именуемых естественными антикоагулянтами;

7) служат переносчиками ряда гормонов, липидов, минеральных веществ и др.;

8) обеспечивают процессы репарации, роста и развития различных клеток организма.

ФИЗИКО - ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРОВИ

1. **ЦВЕТ КРОВИ** - определяется наличием в эритроцитах особого белка - гемоглобина. Артериальная кровь характеризуется яркокрасной окраской, что зависит от содержания в ней гемоглобина, насыщенного кислородом (оксигемоглобином). Венозная кровь имеет темно - красную с синеватым оттенком окраску, что объясняется наличием в ней не только окисленного, но и восстановленного гемоглобина, на долю которого приходится приблизительно 1/3 от общего его содержания. Чем более активен орган и чем больше гемоглобин отдал кислорода тканям; тем более темной выглядит венозная кровь.

2. **УДЕЛЬНЫЙ ВЕС КРОВИ** зависит от содержания эритроцитов и насыщения их гемоглобином. Он колеблется в пределах от 1, 058 до 1, 062. Удельный вес плазмы крови в основном определяется концентрацией белков и составляет 1, 029 - 1, 032.

3. **ВЯЗКОСТЬ КРОВИ** определяется по отношению к вязкости воды и соответствует 4, 5 - 5, 0. Следовательно, кровь человека является в 5 раз более вязкой жидкостью, чем вода. Вязкость крови зависит главным образом от содержания эритроцитов и в меньшей степени от белков плазмы.

4. **ОСМОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ КРОВИ.** Осмотическим давлением называется та сила, которая заставляет переходить воду через полупроницаемую перепонку из менее концентрированного в более концентрированный раствор. Осмотическое давление для крови равно приблизительно 7, 6 атм.

Осмотическое давление крови зависит в основном от растворенных в ней низкомолекулярных соединений, главным образом солей. Около 60% этого давления приходится на долю NaCl. Осмотическое давление в крови, лимфе, тканевой жидкости, тканях

приблизительно одинаково и отличается завидным постоянством. Даже если в кровь поступает значительное количество воды или соли, то и в этих случаях осмотическое давление не претерпевает существенных изменений.

Поддержание постоянства осмотического давления играет чрезвычайно важную роль в жизнедеятельности клеток.

5. ОНКОТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ является частью осмотического и зависит от содержания крупномолекулярных соединений (белков) в растворе. Онкотическое давление в большей степени зависит от альбуминов (на их долю приходится до 80% онкотического давления), что связано с их относительно малой молекулярной массой и большим количеством молекул в плазме.

Онкотическое давление играет важную роль в регуляции водного обмена. Чем больше его величина, тем больше воды удерживается в сосудистом русле и тем меньше ее переходит в ткани и наоборот. Онкотическое давление не только влияет на образование тканевой жидкости и лимфы, но и регулирует процессы образования мочи, а также всасывание воды в кишечнике. В связи со сказанным становится ясно, что кровезамещающие растворы должны содержать в своем составе коллоидные вещества, способные удерживать воду.

Если концентрация белка в плазме снижается, что наблюдается при белковом голодании, а также при тяжелых поражениях почек, то наступают отеки, так как вода перестает удерживаться в сосудистом русле и переходит в ткани.

6. Концентрация водородных ионов и регуляция pH крови. Известно, что реакция крови определяется концентрацией водородных ионов. В норме pH крови соответствует 7, 36, т. е. реакция носит слабощелочной характер pH крови отличается удивительным постоянством. Его колебания крайне незначительны. Так в условиях покоя pH артериальной крови соответствует 7, 4, а венозной 7, 34.

Постоянство pH крови поддерживается буферными системами: гемоглобиновой, карбонатной, фосфатной и белками плазмы.

При различных патологических состояниях может наблюдаться сдвиг pH как в кислую, так и в щелочную сторону. Первый из них носит название ацидоза, второй - алкалоза. Более резкие изменения pH происходят при наличии патологического очага непосредственно в тканях.

7. СУСПЕНЗИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КРОВИ (скорость оседания эритроцитов - СОЭ). С физико - химической точки зрения

кровь представляет собой суспензию, или взвесь, ибо форменные элементы крови находятся в плазме во взвешенном состоянии. Под суспензией, или взвесью, понимается жидкость, содержащая равномерно распределенные частички другого вещества. Взвесь эритроцитов в плазме поддерживается гидрофильной природой их поверхности, а также тем, что они (как и другие форменные элементы) несут отрицательный заряд, благодаря чему отталкиваются друг от друга. Если отрицательный заряд форменных элементов уменьшается, что может быть связано с адсорбцией положительно заряженных белков или катионов, то создаются благоприятные условия для склеивания эритроцитов между собой. В этом случае эритроциты, склеиваясь, образуют так называемые монетные столбики. Если это явление наблюдается в организме, то вязкость крови возрастает, что может создавать благоприятные условия для внутрисосудистого свертывания крови, а также повышения кровяного давления. Более того, такие "монетные столбики" застревают в капиллярах, препятствуют нормальному кровоснабжению клеток, тканей и органов.

Если кровь поместить в пробирку, предварительно добавив в нее вещества, препятствующие свертыванию, то через некоторое время можно будет увидеть, что она разделяется на два слоя: верхний - состоит из плазмы, а нижний - представляет из себя форменные элементы, главным образом эритроциты. Эта реакция в настоящее время получила наименование - скорость оседания эритроцитов (СОЭ).

Определение СОЭ ведется с помощью капилляра Панченкова, на котором нанесены миллиметровые деления. Капилляр ставится в штатив на 1 час и затем определяется величина слоя плазмы над поверхностью осевших эритроцитов.

Величина СОЭ зависит от содержания в плазме крупномолекулярных белков, особенно фибриногена.

В норме скорость оседания эритроцитов у мужчин колеблется в пределах от 4 до 10 мм/час. У женщин СОЭ во время менструального цикла может повышаться до 15 мм/час. СОЭ резко увеличивается во время беременности, когда содержание фибриногена в плазме значительно возрастает. Уменьшение СОЭ ниже 3 мм/час является неблагоприятным признаком, ибо свидетельствует об увеличении вязкости крови. Повышение СОЭ наблюдается при наличии воспалительных, инфекционных и онкологических заболеваниях, а также при резком уменьшении числа эритроцитов (анемии).

Величина СОЭ зависит в большей степени от свойств плазмы, нежели эритроцитов. Так, если поместить эритроциты мужчины с нормальным СОЭ в плазму беременной женщины, то они начнут оседать с такой же скоростью, как и у женщин при беременности.

ФОРМЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КРОВИ

Все форменные элементы крови - эритроциты, лейкоциты и тромбоциты - образуются в костном мозге из единой стволовой клетки.

Несмотря на то, что все клетки крови являются потомками единой кроветворной клетки, они несут совершенно различные специфические функции. В то же время общность происхождения наделила их и общими свойствами. Так, все клетки крови, независимо от их специфики участвуют в транспорте различных веществ, выполняют защитные и регуляторные функции.

ЭРИТРОЦИТЫ

Эритроциты, или красные кровяные диски, впервые обнаружены в крови лягушки в 1661 году Мальпиги, а в 1673 году Левенгук доказал, что они также присутствуют в крови человека и млекопитающих. Эритроциты в крови здорового человека преимущественно имеют форму двояковогнутой линзы. Несомненно, форма двояковогнутой линзы, увеличивая поверхность эритроцита, обеспечивает транспорт большего объема различных веществ. Кроме того, такая форма позволяет красным кровяным дискам закрепляться в фибриновой сети при образовании тромба. Но главное заключается в том, что форма двояковогнутой линзы обеспечивает прохождение эритроцита через капилляры. При этом эритроциты перекручиваются в средней узкой части, его содержимое из более широкого конца перекачивается к центру, благодаря чему он свободно входит в узкий капилляр.

Эритроцит окружен плазматической мембраной, структура которой мало отличается от других клеток.

В норме число эритроцитов равно $4 - 5 \times 10^{12}$ 0/литр, или 4 - 5 миллионов в 1 мкл. У женщин эритроцитов меньше, чем у мужчин и как правило не превышает $4,5 \times 10^{12}$ 0/литр. Более того, при беременности число эритроцитов может достигать 3,5 и даже $3,0 \times 10^{12}$ 0/литр и это многие исследователи считают нормой.

В норме число эритроцитов подвержено незначительным колебаниям. При различных заболеваниях количество эритроцитов может уменьшаться. Подобное состояние носит название

эритропения и часто сопровождается малокровием, или анемией. Увеличение числа эритроцитов за пределы нормы обозначается как эритроцитоз.

ГЕМОГЛОБИН И ЕГО СОЕДИНЕНИЯ

Основные функции эритроцитов связаны с наличием в их составе особого белка хромопротеида, получившего наименование гемоглобин. Молекулярная масса гемоглобина человека равна 68800. Состоит гемоглобин из белковой (глобин) и железосодержащей (гем) частей. На одну молекулу глобина приходится 4 молекулы гема.

В крови здорового человека содержание гемоглобина колеблется в пределах от 120 до 165 г/литр. У женщин уровень гемоглобина несколько ниже (до 150 г/литр), чем у мужчин (до 165 г/литр). У беременных женщин содержание гемоглобина может падать до 110 г/литр и это не является патологией.

Основное назначение гемоглобина - транспорт кислорода и углекислого газа. Кроме того, гемоглобин обладает буферными свойствами, а также способностью связывать некоторые токсические вещества, благодаря чему поддерживает постоянство внутренней среды - гомеостаз.

Гемоглобин человека и различных животных имеет различное строение. Это касается белковой части - глобина, ибо гем у всех представителей животного мира имеет одну и ту же структуру. Он состоит из молекулы порфирина, в центре которой расположен атом железа со степенью окисления +2, способного присоединять кислород.

Гем и глобин внутри молекулы гемоглобина находятся в тесном взаимодействии. Гемоглобин обладает способностью образовывать соединения с кислородом, углекислым и угарными газами. Гемоглобин, присоединивший кислород носит наименование оксигемоглобина (HbO 42 0), гемоглобин, отдавший кислород, называется восстановленным, или редуцированным гемоглобином (Hb). Оксигемоглобин содержится преимущественно в артериальной крови, от чего ее цвет приобретает алую окраску. В венозной крови до 35% всего гемоглобина приходится на Hb .

Гемоглобин способен образовывать довольно прочную связь с CO . Это соединение называется карбоксигемоглобином (HbCO). Средство гемоглобина к угарному газу значительно выше, чем к кислороду. Вот почему гемоглобин, присоединивший CO , не способен вступать во взаимосвязь с O 42 0. Однако при вдыхании чистого кислорода резко возрастает скорость распада карбоксигемоглобина,

чем на практике пользуются при отравлении угарным газом.

ЦВЕТНОЙ ПОКАЗАТЕЛЬ

О содержании в эритроцитах гемоглобина судят по так называемому цветному показателю. Цветной показатель - это процентное соотношение гемоглобина и эритроцитов. При этом за 100% (или единиц) гемоглобина условно принимается величина, равная 166, 7 г/литр, а за 100% эритроцитов 5×10^{12} 0/литр. Если у человека содержание гемоглобина и эритроцитов равно 100%, то цветной показатель будет равен 1. В этом случае эритроциты носят название нормохромные. Если ц. п. будет менее 0, 7, то такие эритроциты недонасыщены гемоглобином и называются гипохромными. Если же цветной показатель больше 1, 1, то эритроциты перенасыщены гемоглобином и именуется гиперхромные. Гипо- и гиперхромия встречается лишь при анемиях. Вместе с тем, определение цветного показателя чрезвычайно важно для клинической практики, ибо позволяет провести дифференциальный диагноз при анемиях различной этиологии.

ГЕМОЛИЗОМ называется разрыв оболочки эритроцитов и выход гемоглобина в плазму, благодаря чему кровь приобретает лаковый цвет. В искусственных условиях гемолиз эритроцитов может быть вызван помещением их в гипотонический раствор. Для здоровых людей верхняя (минимальная) граница осмотической стойкости соответствует 0, 42 - 0, 48% NaCl, полный же гемолиз (максимальная граница стойкости) происходит при 0, 3 - 0, 34% NaCl. При анемиях границы минимальной и максимальной стойкости смещаются в сторону повышения концентрации гипотонического раствора.

Гемолиз может быть вызван химическими агентами (хлороформом, эфиром, сапонином и др.), разрушающими мембрану эритроцита. В клинике нередко встречается гемолиз при отравлении уксусной кислотой. Гемолизирующими свойствами обладают яды некоторых змей (биологический гемолиз).

При сильном встряхивании ампулы с кровью также наблюдается разрушение мембраны эритроцитов (механический гемолиз). Механический гемолиз может наблюдаться у больных с протезированием клапанного аппарата сердца и сосудов. Кроме того, механический гемолиз иногда возникает при длительной ходьбе (маршевая гемоглобинурия) из-за травмирования эритроцитов в капиллярах стоп.

ФУНКЦИИ ЭРИТРОЦИТОВ:

1. Эритроциты транспортируют кислород и углекислый газ,

аминокислоты, полипептиды, белки, углеводы, ферменты, гормоны, жиры, холестерин, различные биологически активные соединения (простагландины, лейкотриены и др.), микроэлементы и др.

2. Эритроциты играют существенную роль в специфическом и неспецифическом иммунитете и принимают участие в сосудисто-тромбоцитарном гемостазе, свертывании крови и фибринолизе.

3. Благодаря гемоглобину эритроциты являются регуляторами pH крови, ионного состава плазмы и водного обмена. Поступая в венозный конец капилляра, эритроцит забирает воду, углекислый газ и продукты обмена, поступающие из тканей, т. е. набухает.

Эритроциты являются носителями глюкозы и гепарина, обладающего выраженным противосвертывающим действием. Эти соединения при увеличении их концентрации в крови проникают через мембрану внутрь эритроцита, а при снижении - вновь поступают в плазму.

Эритроциты являются регуляторами эритропоэза, ибо в их составе содержатся эритропоэтические факторы, поступающие при разрушении эритроцитов в костный мозг и способствующие образованию эритроцитов. Наконец, при разрушении эритроцитов из освобождающегося гемоглобина образуется билирубин, являющийся одной из составных частей желчи.

РЕГУЛЯЦИЯ ЭРИТРОПОЭЗА

Известно, что развитие эритроцитов происходит в замкнутых капиллярах красного костного мозга. Как только эритроцит достигает стадии ретикулоцита (молодой эритроцит, содержащий остатки эндоплазматической сети или так называемую сетчато-нитчатую субстанцию), он растягивает стенку капилляра, благодаря чему сосуд раскрывается и ретикулоцит вымывается в кровяной поток, где и превращается за 35 - 45 часов в молодой эритроцит - нормоцит. В крови содержится не более 1 - 2% ретикулоцитов.

В кровотоке эритроциты живут от 80 до 120 дней. Срок продолжительности жизни эритроцитов у мужчин на 10 - 20 дней больше, чем у женщин.

Для нормального эритропоэза необходимо железо. Последнее поступает в костный мозг при разрушении эритроцитов, из пищи, а также с водой. Взрослому человеку для нормального эритропоэза требуется 12 - 15 мг железа в сутки. Железо откладывается в различных органах и тканях, главным образом в печени и селезенке. Если железа в организм поступает недостаточно, то развивается железодефицитная анемия.

Важным компонентом эритропоэза является медь, которая непосредственно усваивается в костном мозге и принимает участие в синтезе гемоглобина.

Для нормального эритропоэза необходимы витамины и в первую очередь витамин В 12 и фолевая кислота. Эти витамины оказывают сходное взаимодополняющее действие на эритропоэз. Витамин В 12 (внешний фактор кроветворения) синтезируется микроорганизмами, лучистыми грибами и некоторыми водорослями. Для его образования необходим кобальт. В организм человека витамин В 12 поступает с пищей - особенно его много в печени, мясе яичном желтке.

Для всасывания витамина В 12 требуется внутренний фактор кроветворения, который носит наименование гастромукопротеин.

И витамин В 12 и фолевая кислота принимают участие в синтезе гемоглобина. Они обуславливают образование в эритроцитах нуклеиновых кислот, являющихся одним из основных строительных материалов клетки.

Немаловажную роль в регуляции эритропоэза играют другие витамины группы В, а также железы внутренней секреции. Все гормоны, регулирующие обмен белков (соматотропный и тиреотропный гормоны гипофиза, гормон щитовидной железы - тироксин и др.) и кальция (паратгормон, тиреокальцитонин) необходимы для нормального эритропоэза. Мужские половые гормоны (андрогены) слегка стимулируют эритропоэз, тогда как женские (эстрогены) - тормозят его, что обуславливает меньшее число эритроцитов у женщин по сравнению с мужчинами.

Особо важную роль в регуляции эритропоэза играют специфические вещества, получившие наименование эритропоэтины. В небольших концентрациях эритропоэтины обнаружены в крови здоровых людей, что позволяет считать их физиологическими регуляторами эритропоэза. Вместе с тем, при анемиях сопровождающих заболевания почек, эритропоэтины отсутствуют, или их концентрация значительно снижается. В настоящее время известно, что эти вещества секретируются юкстагломерулярным аппаратом почки. Эритропоэтины образуются также в печени, селезенке, костном мозге.

ЛЕЙКОЦИТЫ

Лейкоциты, или белые кровяные тельца, представляют из себя образования, имеющие различную форму и величину. По своему строению лейкоциты делятся на две большие группы: зернистые, или

гранулоциты и незернистые, или агранулоциты.

В норме количество лейкоцитов у взрослых людей колеблется от 4, 5 до 8, 5 тысяч в 1 мм³ О, или 4, 5 - 8, 5 x 10⁹ О/литр. Число лейкоцитов подвержено сезонным колебаниям. Больше лейкоцитов осенью и зимой, меньше весной и еще меньше летом. Увеличение числа лейкоцитов за пределы нормы носит название лейкоцитоз, уменьшение - лейкопения. Лейкоцитозы могут быть физиологические и патологические, тогда как лейкопении встречаются только при патологии.

Физиологические лейкоцитозы:

1. Пищеварительный возникает после приема пищи.

2. Миогенный лейкоцитоз наблюдается после тяжелой мышечной нагрузки. Число лейкоцитов при этом может возрастать в 3 -5 раз. Огромное количество лейкоцитов при физической нагрузке скапливается в мышцах. Миогенный лейкоцитоз носит как перераспределительный, так и истинный характер, ибо при нем наблюдается оживление костномозгового кроветворения.

3. Эмоциональный лейкоцитоз и лейкоцитоз при болевом раздражении редко достигает высоких цифр. Носит перераспределительный характер.

4. При беременности большое количество лейкоцитов скапливается в подслизистой матки. Этот лейкоцитоз, в основном, носит местный характер. Смысл его не только предупредить попадание инфекции в организм роженицы, но и стимулировать сократительную функцию матки.

Лейкопении встречаются только при патологических состояниях. Особенно тяжелая лейкопения может наблюдаться при поражении костного мозга - острых лейкозах и лучевой болезни. При этом изменяется функциональная активность лейкоцитов, что приводит к нарушениям в специфической и неспецифической защите, попутным заболеваниям, часто инфекционного характера и даже смерти.

ЛЕЙКОЦИТАРНАЯ ФОРМУЛА

В норме и патологии учитывается не только количество лейкоцитов, но и их процентное соотношение, получившее наименование лейкоцитарная формула или лейкограмма.

Лейкоцитарная формула здорового человека (%)

Гранулоциты			Агранулоциты			
Нейтрофилы			Базофилы ядерные	Эозинофилы ядерные	Лимфо-	Моно-
метамиецить (юные)	палочкоциты	сегментцплицить				
0 - 1	1 - 4	45 - 65	0 - 1	1 - 4	25 - 40	2 - 8

НЕЙТРОФИЛЫ - созревая в костном мозге, задерживаются в нем на 3 - 5 дней, составляя костномозговой резерв гранулоцитов.

Предполагается, что разрушение нейтрофилов происходит за пределами сосудистого русла. По - видимому, все без исключения лейкоциты уходят в ткани, где и погибают. Обладая фагоцитарной функцией, нейтрофилы не только поглощают бактерии, но и продукты разрушения тканей. В составе нейтрофилов содержатся ферменты, разрушающие бактерии. Нейтрофилы способны адсорбировать антитела и переносить их к очагу воспаления. Установлено так - же, что нейтрофилы принимают участие в иммунитете.

Под влиянием продуктов, выделяемых нейтрофилами, усиливается митотическая активность клеток, ускоряются процессы репарации, стимулируется гемопоэз и ускоряется растворение фибринового сгустка.

БАЗОФИЛЫ

Функция базофилов обусловлена наличием в них целой группы биологически активных веществ. К ним в первую очередь принадлежит гистамин, - тканевой гормон, расширяющий кровеносные сосуды. В базофилах содержится противосвертывающее вещество - гепарин, а также гиалуроновая кислота, оказывающая влияние на проницаемость сосудистой стенки. Особо важную роль играют эти клетки при аллергических реакциях (бронхиальная астма, крапивница, глистные инвазии, лекарственная болезнь и др.), когда под влиянием комплекса антиген - антитело происходит дегрануляция базофилов и биологически активные соединения поступают в кровь, обуславливая клиническую картину перечисленных заболеваний.

Количество базофилов резко возрастает при белокровии, стрессорных ситуациях и слегка увеличивается при воспалении.

ЭОЗИНОФИЛЫ. Длительность пребывания эозинофилов в кровотоке не превышает нескольких часов, после чего они проникают в ткани, где и разрушаются. Эозинофилы обладают фагоцитарной активностью. Особенно интенсивно они фагоцитируют кокки. В тканях эозинофилы скапливаются преимущественно в тех органах, где содержится гистамин - в слизистой и подслизистой желудка и тонкого кишечника, в легких. Эозинофилы захватывают гистамин и разрушают его с помощью особого фермента гистаминазы. В составе эозинофилов находится фактор, тормозящий выделение гистамина тучными клетками и базофилами. Эозинофилы играют далеко не

последнюю роль в разрушении токсинов белкового происхождения, чужеродных белков и иммунных комплексов.

Содержание эозинофилов резко возрастает при аллергических заболеваниях, когда происходит дегрануляция базофилов и выделение анафилактического хемотаксического фактора, который привлекает эозинофилы. При этом эозинофилы выполняют роль "чистильщиков", фагоцитируя и инактивируя продукты, выделяемые базофилами.

При тяжело протекающих инфекционных заболеваниях число эозинофилов резко снижается, а иногда при подсчете лейкоцитарной формулы они вообще не выявляются (развивается анэозинопения). Появление при этом в мазке крови эозинофилов считается хорошим прогностическим признаком.

МОНОЦИТЫ живут в циркуляции до 70 часов, а затем уходят в ткани, где образуют обширное семейство тканевых макрофагов. Функции их весьма многообразны. Они являются чрезвычайно активными фагоцитами, распознают антиген и переводят его в так называемую иммуногенную форму, образуют биологически активные соединения, получившие наименование монокины, действующие в основном на лимфоциты; играют существенную роль в противоинфекционном и противораковом иммунитете, синтезируют отдельные компоненты системы комплемента, а также факторы, принимающие участие в сосудисто - тромбоцитарном гемостазе, процессе свертывания крови и растворении кровяного сгустка. Кроме того, моноциты и макрофаги являются важнейшими регуляторами течения физиологических функций организма.

ЛИМФОЦИТЫ, как и другие виды лейкоцитов образуются в костном мозге, а затем поступают в циркуляцию. Здесь одна популяция лимфоцитов направляется в вилочковую железу, где в результате контакта со стромальными элементами и гуморальными факторами преимущественно полипептидной природы (тималин, тимозин, Т - активин, тимоген и др.) превращаются в так называемые Т - лимфоциты (от слова thymus). Другая популяция лимфоцитов у птиц попадает в сумку Фабрициуса - железу внутренней секреции, расположенную возле клоаки и под влиянием ее гуморальных факторов (бурсин, бурсилин, бурсопозетин и др.). У человека и млекопитающих окончательное формирование В - лимфоцитов, по видимому, происходит в костном мозге или системе лимфоидно - эпителиальных образований, расположенных по ходу тонкого кишечника.

РЕГУЛЯЦИЯ ЛЕЙКОПОЭЗА

Все лейкоциты образуются в красном костном мозге из единой стволовой клетки.

Лейкоциты являются наиболее "подвижной" частью крови, быстро реагирующей на различные изменения в окружающей среде и организме развитием лейкоцитоза, что обеспечивается существованием клеточного резерва. Известны 2 типа гранулоцитарных резервов - сосудистый и костномозговой. Сосудистый гранулоцитарный резерв представляет собой большое количество гранулоцитов, расположенных вдоль стенок сосудистого русла, откуда они мобилизуются при повышении тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Своеобразные изменения претерпевает "белая кровь" в разные стадии адаптационного синдрома, что обусловлено действием гормонов гипофиза (АКТГ) и надпочечника (адреналина, кортизона, дезоксигидрокортизона). В первую стадию наблюдается лейкопения, обусловленная уменьшением числа лимфоцитов и эозинофилов при одновременном угнетении митотической активности костного мозга. В стадию резистентности число и состав лейкоцитов мало отличается от нормы. В стадию истощения развивается лейкоцитоз, сопровождающийся увеличением числа нейтрофилов и снижением количества лимфоцитов и эозинофилов.

НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ И ИММУНИТЕТ

Основное назначение лейкоцитов участие в защитных реакциях организма против чужеродных агентов, способных нанести ему непоправимый вред. Различают специфическую защиту, или иммунитет и неспецифическую резистентность организма. Последняя в отличие от иммунитета направлена на уничтожение любого чужеродного агента. К неспецифической резистентности относится фагоцитоз и пиноцитоз, действие интерферонов, лизоцима, и других уморальных факторов защиты.

ФАГОЦИТОЗ - поглощение чужеродных частиц или клеток и их дальнейшее уничтожение. Явление фагоцитоза открыто И. И. Мечниковым, за что ему в начале нашего века была присуждена нобелевская премия. Фагоцитоз присущ нейтрофилам, эозинофилам, моноцитам и макрофагам.

Всем фагоцитам присуща амебовидная подвижность. Сцепление с субстратом, по которому движется лейкоцит, носит название

адгезии. Только фиксированные или адгезированные лейкоциты способны к фагоцитозу.

Лейкоцит, двигаясь, способен преодолевать преграды, и в частности, проходить через эндотелий капилляра. Прилипая к сосудистой стенке, он выпускает псевдоподию, которая пронизывает стенку сосуда. В этот выступ постепенно переливается тело лейкоцита. Далее лейкоцит отделяется от стенки сосуда и может передвигаться в тканях.

В уничтожении бактерий внутри фагоцита принимает участие фермент лизоцим (муромидаза), вызывающий гидролиз гликопротеидов оболочки.

В гранулоцитах содержится уникальная субстанция - фагоцитин, обладающая антибактериальным действием и способная уничтожать как грамотрицательную, так и грамположительную флору.

К другим механизмам, приводящим к гибели фагоцитируемого объекта, относится действие катионных белков, меняющих поверхностные свойства мембраны, действие различных амилолитических, протеолитических и липолитических ферментов, содержащихся в гранулах фагоцитов, и разрушающих мембрану бактерий и вирусов.

ИММУНИТЕТ

Иммунитет - это комплекс реакций, направленный на поддержание гомеостаза при встрече организма с антигенами, которые расцениваются как чужеродные, независимо от того, образуются ли они в самом организме, или поступают в него извне.

Чужеродные для данного организма соединения, способные вызывать иммунный ответ, получили наименование антигены (Аг). Теоретически любая молекула может быть Аг. В результате действия Аг в организме образуются антитела (Ат); сенсибилизируются (активируются) лимфоциты, благодаря чему они приобретают способность принимать участие в иммунном ответе. Специфичность Аг заключается в том, что он избирательно реагирует с определенными Ат или лимфоцитами, появляющимися после попадания Аг в организм.

Органы, принимающие участие в иммунитете, делятся на 4 группы.

1. Центральные - к ним относятся вилочковая железа, или тимус и сумка Фабрициуса, которая имеется лишь у птиц. У человека и других млекопитающих этот орган по - видимому, заменяет костный мозг.

Периферические или вторичные - лимфатические узлы, селезенка, система лимфоэпителиальных образований, расположенных в слизистых оболочках различных органов.

3. Забарьерные - ЦНС, семенники, глаз, паренхима тимуса, и при беременности плод.

4. Внутриварьерные - кожа.

Различают клеточный и гуморальный иммунитет. Клеточный иммунитет направлен на уничтожение чужеродных клеток и тканей и связан с действием Т - киллеров. Типичным примером клеточного иммунитета является реакция отторжения чужеродных органов и тканей, в частности, кожи, пересаженной от человека человеку.

ГУМОРАЛЬНЫЙ иммунитет обеспечивается образованием антител и связан в основном с функцией В - лимфоцитов. К клеткам, регулирующим иммунный ответ, относятся Т - и В - хелперы, супрессоры, Т - лимфоциты памяти. Наконец, к эффекторам иммунного ответа принадлежат Т - и В - киллеры и В - лимфоциты, являющиеся в основном антителлопродукентами.

Клеточный иммунитет связан с действием гуморальных факторов, выделяемых цитотоксическими лимфоцитами (Т - киллерами). Эти соединения получили наименование перфорины и цитолизина.

Среди гуморальных факторов, выделяемых в процессе иммунного ответа, следует указать на фактор некроза опухолей (ФНО) и интерфероны. ФНО секретируется макрофагами - эффекторами и другими клетками, при стимуляции определенными Аг (липолипидами-харидами, БЦЖ, эндотоксином и др.). Он приводит к регрессии опухолевых клеток главным образом за счет тромбоза приносящих кровеносных сосудов и геморрагического некроза.

Интерфероны относятся к гуморальным эффекторным соединениям, хотя также имеют отношение и к регуляции иммунного ответа. У человека синтезируется 3 вида интерферонов: $7a \text{ O}$ - образуется лимфоцитами, $7b \text{ O}$ - фибробластами и $7g \text{ O}$ - лимфоцитами и макрофагами.

РЕГУЛЯЦИЯ ИММУНИТЕТА

Не вызывает сомнений, что интенсивность иммунного ответа во многом определяется состоянием нервной системы и эндокринного аппарата. Установлено, что раздражение различных подкорковых структур (таламус, гипоталамус, серый бугор) может сопровождаться как усилением, так и торможением иммунной реакции на введение антигенов. Показано, что возбуждение симпатического отдела

вегетативной нервной системы как и введение адреналина усиливает фагоцитоз и интенсивность иммунного ответа. Повышение тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы приводит к противоположным реакциям.

Стресс, а также депрессии, угнетают иммунитет, что сопровождается не только повышенной восприимчивостью к различным заболеваниям, но и создает благоприятные условия для развития злокачественных новообразований.

За последние годы установлено, что гипофиз и эпифиз с помощью особых пептидных биорегуляторов, получивших наименование цитомединов, контролируют деятельность вилочковой железы и сумки Фабрициуса. Передняя доля гипофиза является регулятором преимущественно клеточного, а задняя - гуморального иммунитета.

ГРУППЫ КРОВИ

СИСТЕМА АВ0. Учение о группах крови, как и множество других открытий в физиологии и медицине, возникло из потребностей клинической медицины. Переливая кровь от животных человеку или от человека к человеку, врачи нередко наблюдали тяжелейшие осложнения, иногда заканчивающиеся гибелью реципиента (лицо, которому переливают кровь).

С открытием в 1901 году венским врачом Карлом Ландштейнером групп крови стало понятно, почему в одних случаях трансфузии крови проходят успешно, а в других заканчиваются трагически для больного. К. Ландштейнер впервые обнаружил, что сыворотка или плазма одних людей способна агглютинировать (склеивать) эритроциты других людей. Это явление получило наименование изогемагглютинации. В основе изогемагглютинации лежит наличие в эритроцитах антигенов, названных агглютиногенами и обозначаемых буквами А и В, а в плазме природных антител, или агглютининов, именуемых 7а 0 и 7б 0. Агглютинация эритроцитов наблюдается лишь в том случае, если встречаются одноименные агглютиноген и агглютинин: А и 7а 0, В и 7б0. Почему же это происходит? Установлено, что агглютинины, являясь природными Ат, имеют два центра связывания, а потому одна молекула агглютинина способна образовать мостик между двумя эритроцитами. Но каждый из эритроцитов может при участии агглютининов связаться с соседним, благодаря чему возникает конгломерат (агглютинат) из эритроцитов.

Приведенные факты говорят о том, что в крови одного и того же человека не может быть одноименных агглютиногенов и

агглютининов, ибо в противном случае у здоровых людей происходило бы массовое склеивание эритроцитов, что несовместимо с жизнью. Отсюда ясно, что может быть только 4 комбинации, при которых не встречаются одноименные агглютиногены и агглютинины, или 4 группы крови: I - 7a b 0, II - A 7b 0, III - B 7a 0, IV - AB.

Кроме агглютининов в плазме или сыворотке крови содержатся соединения, получившие наименование гемолизины: их также 2 и они обозначаются, как и агглютинины, буквами 7a 0и 7b 0. При встрече одноименных агглютиногена и гемолизина наступает гемолиз эритроцитов. Действие гемолизин проявляется при температуре 37 - 40 5о 0С. Вот почему при переливании несовместимой крови у человека уже через 30 - 40 сек наступает гемолиз эритроцитов.

При комнатной температуре, если встречаются одноименные агглютиногены и агглютинины, происходит агглютинация а не наблюдается гемолиз.

Наконец, в плазме людей II, III, IV групп крови имеются антиагглютинины - агглютиногены, покинувшие эритроцит и ткани.

Для решения вопроса о совместимости групп крови пользуются следующим правилом: среда реципиента должна быть пригодна для жизни эритроцитов донора (человек, который отдает кровь).

Но такой средой является плазма. Следовательно, у реципиента должны учитываться агглютинины и гемолизины, находящиеся в плазме, а у донора агглютиногены, содержащиеся в эритроцитах. Для решения вопроса о совместимости групп крови смешивают эритроциты и сыворотку (плазму), полученными от людей с различными групповыми признаками.

Агглютинация про исходит в случае смешения сыворотки I группы с эритроцитами II, III и IV групп, сыворотки II группы с эритроцитами III и IV групп, сыворотки III группы с эритроцитами II и IV групп.

Следовательно, кровь I группы совместима со всеми другими группами крови. Вот почему человек, имеющий I группу крови, называется универсальным донором. С другой стороны кровь IV группы не должна давать реакции агглютинации при смешении с кровью людей любой группы крови. Поэтому люди с 4 группой крови получили название универсальных реципиентов.

Почему же при решении вопроса о совместимости не принимаются в расчет агглютинины и гемолизины донора? Это объясняется тем, что агглютинины и гемолизины при переливании небольших доз крови (200 - 300 мл) разводятся в большом объеме

плазмы (2500 - 2800 мл) реципиента, а также связываются его антиагглютинидами, а потому не должны представлять опасности для эритроцитов.

Однако врачи в повседневной практике для решения вопроса о трансфузии крови пользуются иным правилом - переливаться должна одногруппная кровь и только по жизненным показаниям, когда человек потерял много крови. И лишь в случае отсутствия одногруппной крови с большой осторожностью можно перелить небольшое количество иногруппной совместимой крови. Объясняется это тем, что приблизительно у 10 - 20% людей имеется высокая концентрация очень активных агглютининов и гемолизинов, которые не могут быть связаны антиагглютинидами даже в случае переливания небольших количеств иногруппной крови.

Посттрансфузионные осложнения иногда возникают из-за ошибок при определении групп крови. Установлено, что Аг А и В существуют в разных вариантах, различающихся по своему строению и антигенной активности. Большинство из этих Аг получило цифровое обозначение (А 41 0, А 42 0, А 43 0 и т. д., В 41 0, В 42 0 и т. д.). Чем больше порядковый номер агглютиногена, тем меньшую активность он проявляет. И хотя разновидности агглютиногенов А и В встречаются относительно редко, они при определении групп крови могут быть не обнаружены, что может привести к переливанию несовместимой крови.

Следует также учитывать, что большинство человеческих эритроцитов несет антиген Н. Этот Аг всегда находится на поверхности клеточных мембран у лиц группой крови О, а также присутствует в качестве скрытой детерминанты на клетках людей групп крови А, В и АВ. Н - это антиген, из которого образуются антигены А и В. У лиц I группы крови антиген доступен действию анти-Н - антител, которые могут встречаться у людей II, III и IV групп крови. Это обстоятельство может послужить причиной гемотрансфузионных осложнений при переливании крови I группы людям, имеющим другие группы крови.

СИСТЕМА РЕЗУС (RH - HR) И ДРУГИЕ

В 1940 году К. Ландштейнер и И. Винер обнаружили в крови обезьяны макаки резус Аг, названный ими резус - фактором. В дальнейшем оказалось, что приблизительно у 85% людей белой расы также имеется этот Аг. Таких людей называют и называются резус - положительными (Rh 5+0). Около 15% людей этот Аг не имеют и носят название резус - отрицательных (Rh 5-0).

В настоящее время известно, что резус - фактор - это сложная система, включающая более 40 антигенов, обозначаемых цифрами, буквами и символами. Чаще всего встречаются резус - антигены типа D (85%), C (70%), E (30%), e (80%) - они же и обладают наиболее выраженной антигенностью. Система резус не имеет в норме одноименных агглютининов, но они могут появиться, если резус - отрицательному человеку перелить резус - положительную кровь.

Резус - фактор передается по наследству. Если женщина Rh 5 - 0, а мужчина Rh 5 + 0, то плод в 50 - 100% случаев унаследует резус - фактор от отца и тогда мать и плод будут несовместимы по резус - фактору. Установлено, что при такой беременности плацента обладает повышенной проницаемостью по отношению к эритроцитам плода. Последние, проникая в кровь матери, приводят к образованию антител (антирезусагглютининов). Проникая в кровь плода перед родами, антитела вызывают агглютинацию и гемолиз его эритроцитов со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Почему же при переливании несовместимой крови и резус - конфликте возникают тяжелейшие осложнения? Это связано не только с образованием конгломератов эритроцитов и их гемолизом, но и интенсивным внутрисосудистым свертыванием крови, так как в эритроцитах содержится набор факторов, вызывающих агрегацию тромбоцитов и образование фибриновых сгустков. При этом страдают все органы, но особенно сильно повреждаются почки, ибо сгустки забивают чудесную сеть мальпигиева клубочка, препятствуя образованию мочи, что может быть несовместимо с жизнью.

Согласно современным представлениям мембрана эритроцита рассматривается как набор самых различных Ag, которых насчитывается более 500. Только из этих Ag можно составить более 400 миллионов комбинаций, или групповых признаков крови. Если же учитывать и все остальные Ag, встречающиеся в крови, то число комбинаций достигнет 700 миллиардов, т. е. значительно больше, чем людей на земном шаре. Разумеется далеко не все Ag важны для клинической практики. И все же этот факт не должен недоучитываться врачами - клиницистами, ибо при переливании крови из - за несовместимости по сравнительно редко встречающимся Ag неожиданно могут возникнуть тяжелейшие гемотрансфузионные осложнения и даже смерть больного.

Нередко при беременности возникают серьезные осложнения, в том числе выраженная анемия, что может быть объяснено несовместимостью групп крови по системам мало изученных

антигенов матери и плода. При этом страдает не только беременная женщина, но в неблагополучных условиях находится будущий ребенок. Более того, несовместимость матери и плода по группам крови может быть причиной выкидышей и преждевременных родов.

Гематологи выделяют наиболее важные антигенные системы:

ABO, Rh, MNSS, P, Лютеран (Lu), Келл - Келлано (Kk), Льюис (Le), Даффи (Fu) и Кид (Jk). Эти системы антигенов учитываются в судебной медицине для отрицания и установления отцовства и иногда при трансплантации органов и тканей.

В настоящее время переливание цельной крови производится сравнительно редко. Грамотные клиницисты пользуются трансфузией различных компонентов крови, т. е. переливают то, что больше всего требуется организму: плазму или сыворотку, эритроцитарную, лейкоцитарную или тромбоцитарную массу. В подобной ситуации вводится меньшее количество антигенов, что снижает риск посттрансфузионных осложнений.

Установлено, что люди, имеющие различные группы крови, в неодинаковой мере подвержены тем или иным заболеваниям. Так у людей I(O) группы крови чаще встречается язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки. Эти факты объясняются тем, что агглютиногены А и В, выделяясь в составе желудочного и поджелудочного соков, предохраняют стенку от повреждения протеолитическими ферментами. Люди, имеющие II(A) группу крови, чаще страдают и тяжелее переносят сахарный диабет, у них повышена свертываемость крови, из-за чего возникают инфаркты миокарда и инсульты. Согласно статистическим данным у лиц III(B) группы крови чаще возникает рак желудка и прямой кишки. У людей II(A) и IV(AB) групп крови тяжелее протекает натуральная оспа, что объясняется наличием в мембране оспенного вируса антигена, сходного по своему строению с агглютиногеном А. Это обстоятельство затрудняет распознавание возбудителя оспы и выработку к нему антител.

Среди резус - отрицательных людей приблизительно в 6 раз чаще встречаются различные заболевания крови. Этот факт пока не нашел объяснения, однако он не может недоучитываться клиницистами.

ТРОМБОЦИТЫ

Тромбоциты, иначе кровяные пластинки, образуются из гигантских клеток красного костного мозга мегакариоцитов. В кровотоке они имеют круглую или слегка овальную форму, диаметр их не превышает 2 - 3 мкм. При соприкосновении с поверхностью,

отличающейся по своим свойствам от эндотелия, тромбоцит активируется, расплывается и у него появляется до десяти зазубрин и отростков, которые могут в 5 - 10 раз превышать диаметр тромбоцита. Наличие таких отростков чрезвычайно важно для остановки кровотечения.

В норме число тромбоцитов у здорового человека соответствует $2 - 4 \times 10^{11}$ 0/л, или 200 - 400 тыс. в 1 мкл. Увеличение числа тромбоцитов носит наименование тромбоцитоз, уменьшение - тромбоцитопения. В естественных условиях число тромбоцитов подвержено значительным колебаниям (количество их возрастает при болевом раздражении, физической нагрузке, стрессе), но редко выходит за пределы нормы. Как правило, тромбоцитопения является признаком патологии и наблюдается при лучевой болезни, врожденных и приобретенных заболеваниях системы крови. Однако у женщин в период менструаций число тромбоцитов может значительно уменьшаться и сопровождается появлением петехий и синяков, обусловленное снижением резистентности сосудов. Последнее связано с нарушением ангиотрофической функции, которой обладают кровяные пластинки, "подкармливая" строительным материалом кровеносные сосуды.

Основное назначение тромбоцитов - участие в процессе гемостаза. Важная роль в этой реакции принадлежит так называемым тромбоцитарным факторам, которые сосредоточены главным образом в гранулах и мембране кровяных пластинок. Наиболее важными являются тромбопластин, представляющий осколок клеточной мембраны; антигепариновый фактор; фибриноген тромбоцитов; белок тромбостенин (напоминающий актомиозин), вазоконстрикторные факторы - серотонин, адреналин, норадреналин и др.

Тромбоциты принимают участие в защите организма от чужеродных агентов. Они обладают фагоцитарной активностью, содержат IgG, являются источником лизоцима и 7b 0 - лизоцинов, способных разрушать мембрану некоторых бактерий. Кроме того, в их составе обнаружены пептидные факторы, вызывающие превращение нулевых лимфоцитов в Т - и В - лимфоциты. Эти соединения в процессе активации тромбоцитов выделяются в кровь и защищают при травме сосудов организм от попадания болезнетворных микробов.

Регуляторами тромбоцитопозеза являются тромбоцитопозитины кратковременного и длительного действия. Образуются они в костном

мозге, селезенке, печени, а также входят в состав мегакариоцитов и тромбоцитов.

СИСТЕМА ГЕМОСТАЗА

Под термином "гемостаз" понимают комплекс реакций, направленный на остановку кровотечения при травме сосудов. Основными задачами системы гемостаза является сохранение жидкого состояния циркулирующей и депонированной крови, регуляция транскапиллярного обмена, резистентности сосудистой стенки, влияние на интенсивность репаративных процессов и др.

Принято различать так называемый сосудисто - тромбоцитарный гемостаз и процесс свертывания крови. В первом случае речь идет об остановке кровотечения из мелких кровеносных сосудов с низким кровяным давлением, диаметр которых не превышает 100 мкм, во втором - о борьбе с кровопотерей при повреждении артерий и вен. Такое деление носит условный характер, ибо как при повреждении мелких, так и крупных кровеносных сосудов всегда наряду с образованием тромбоцитарной пробки осуществляется свертывание крови.

СОСУДИСТО - ТРОМБОЦИТАРНЫЙ ГЕМОСТАЗ

Сосудисто - тромбоцитарный гемостаз сводится к образованию тромбоцитарной пробки, или тромбоцитарного тромба. Условно он разделяется на 3 стадии: 1) временный (первичный и вторичный) спазм сосудов; 2) Образование тромбоцитарной пробки за счет адгезии (прикрепления к поврежденной поверхности) и агрегации (склеивания между собой) кровяных пластинок; 3) ретракция (сокращение и уплотнение) тромбоцитарной пробки.

Сразу же после травмы наблюдается первичный спазм кровеносных сосудов, благодаря чему кровотечение в первые секунды может не возникнуть или носит ограниченный характер. Первичный спазм сосудов обусловлен выбросом в кровь в ответ на болевое раздражение адреналина и норадреналина и длится не более 10 - 15 сек. В дальнейшем наступает вторичный спазм, обусловленный активацией тромбоцитов и отдачей в кровь сосудорасширяющих агентов - серотонина, ТхА 42 0, адреналина и др.

Одновременно с адгезией наступает агрегация тромбоцитов, осуществляемая с помощью фибриногена - белка, содержащегося в плазме и кровяных пластинках и образующего между ними связующие мостики, что и приводит к появлению тромбоцитарной пробки.

Агрегация тромбоцитов может носить обратимый характер (вслед за агрегацией наступает дезагрегация т. е. распад агрегатов), что

зависит от недостаточной дозы агрегирующего (активирующего) агента.

Благодаря контракильному белку - тромбостенину, кровяные пластинки подтягиваются друг к другу, тромбоцитарная пробка сокращается и уплотняется, т. е. наступает ее ретракция.

В условиях нормы остановка кровотечения из мелких сосудов занимает от 2 до 4 минут.

ПРОЦЕСС СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ

При повреждении крупных кровеносных сосудов (артерий, вен, артериол), также происходит образование тромбоцитарной пробки, но она не способна остановить кровотечение, так как легко вымывается током крови. Основное значение в этом процессе принадлежит свертыванию крови, сопровождающемуся в конечном итоге образованием плотного фибринового сгустка.

В свертывании крови принимает участие комплекс белков, находящихся в плазме (плазменные факторы гемокоагуляции), большинство из которых является проферментами, факторы которые содержатся в форменных элементах крови. Всего в процессе свертывания крови принимает участие около 100 факторов.

В настоящее время известно 15 плазменных факторов свертывания крови, которые разделяются на две группы: 1) витамин - К - зависимые, которые образуются преимущественно в печени под влиянием витамина К и 2) витамин - к - независимые - для синтеза которых витамин К не требуется.

Важная роль в процессе свертывания крови отводится тканевым факторам, к которым в первую очередь относится тромбопластин. Очень высока концентрация тромбопластина в коре головного мозга, легких, плаценте, стимулированном антигенами эндотелии сосудов. При разрушении тканей тромбопластин в большой концентрации способен поступать в кровоток и вызывать развитие ДВС - синдрома.

Процесс свертывания крови представляет из себя преимущественно проферментно - ферментный каскад, в котором проферменты, переходя в активное состояние, - способны активировать другие факторы свертывания крови.

Процесс свертывания крови может быть разделен на 3 фазы. Первая - включает комплекс последовательных реакций, приводящих к образованию протромбиназы. Во вторую фазу происходит переход протромбина в тромбин (фактора II в фактор IIa) и в третью - из фибриногена образуется плотный стабилизированный фибриновый сгусток.

Образовавшийся фибриновый сгусток, благодаря тромбоцитам, входящим в его структуру, сокращается и уплотняется (наступает ретракция) и прочно закупоривает поврежденный сосуд.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ АНТИКОАГУЛЯНТЫ

Несмотря на то, что в циркуляции имеются все факторы, необходимые для образования тромба, в естественных условиях при наличии целых сосудов кровь остается жидкой. Это обусловлено наличием в кровотоке противосвертывающих веществ, получивших название естественные антикоагулянты и фибринолитического звена системы гемостаза.

Естественные антикоагулянты делятся на первичные и вторичные. Первичные антикоагулянты всегда присутствуют в циркуляции, вторичные - образуются в результате протеолитического расщепления факторов свертывания крови в процессе образования и растворения фибринового сгустка.

Первичные антикоагулянты можно разделить на 3 основные группы: 1) обладающие антитромбопластическим и антипротромбинальным действием (антитромбопластины), 2) связывающие тромбин (антитромбины) и 3) предупреждающие переход фибриногена в фибрин (ингибиторы самосборки фибрина).

Следует заметить, что при снижении концентрации первичных естественных антикоагулянтов создаются благоприятные условия для развития тромбозов и ДВС - синдрома.

Ко вторичным антикоагулянтам относятся "отработанные" факторы свертывания крови (принявшие участие в свертывании) и продукты деградации фибриногена и фибрина (ПДФ), обладающие мощным антиагрегационным и противосвертывающим действием, а также стимулирующие фибринолиз. Роль вторичных антикоагулянтов сводится к ограничению внутрисосудистого свертывания крови и распространению тромба по сосудам.

ФИБРИНОЛИЗ является неотъемлемой частью системы гемостаза, всегда сопровождает процесс свертывания крови и даже активируется теми же самыми факторами. Являясь важной защитной реакцией, фибринолиз предотвращает закупорку кровеносных сосудов фибриновыми сгустками. Кроме того, фибринолиз ведет к реканализации сосудов после остановки кровотечения.

Ферментом, разрушающим фибрин, является плазмин (иногда его называют фибринолизин), который в циркуляции находится в неактивном состоянии в виде профермента плазминогена.

Фибринолиз, как и процесс свертывания крови, может протекать по внешнему и внутреннему пути. Внешний путь активации плазминогена осуществляется при участии тканевых активаторов, которые синтезируются главным образом в эндотелии. Внутренний путь активации фибринолиза осуществляется плазменными активаторами, а также активаторами форменных элементов крови - лейкоцитов, тромбоцитов и эритроцитов.

Образовавшийся в результате активации плазмин вызывает расщепление фибрина. При этом появляются ранние (крупномолекулярные и поздние (низкомолекулярные) продукты деградации фибрина, или ПДФ.

При ускорении свертывания крови и одновременном торможении фибринолиза создаются благоприятные условия для развития тромбозов, эмболий и ДВС - синдрома.

РЕГУЛЯЦИЯ СВЕРТЫВАНИЯ КРОВИ И ФИБРИНОЛИЗА

Свертывание крови, контактирующей со стеклом, травмированной поверхностью или кожей осуществляется за 5 - 10 минут. Основное время в этом процессе уходит на образование протромбиназы, тогда как переход протромбина в тромбин и фибриногена в фибрин осуществляется довольно быстро. В естественных условиях время свертывания крови может уменьшаться (развивается гиперкоагуляция) или удлиняться (возникает гипокоагуляция).

Установлено, что при острой кровопотере, гипоксии, интенсивной мышечной работе, болевом раздражении, стрессе свертывание крови значительно ускоряется, что может привести к появлению фибрин - мономеров. Однако, благодаря одновременной активации фибринолиза, носящего защитный характер, появляющиеся сгустки фибрина быстро растворяются и не наносят вреда здоровому организму.

Ускорение свертывания крови и усиление фибринолиза при всех перечисленных состояниях связано с повышением тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы и поступлением в кровоток адреналина и норадреналина. При этом активируется фактор Хагемана, что приводит к запуску внешнего и внутреннего механизма образования протромбиназы, а также стимуляции Хагеман - зависимого фибринолиза.

При повышении тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (раздражение блуждающего нерва, введение ацетилхолина, пилокарпина) также наблюдается ускорение свертывания крови и стимуляция фибринолиза.

ФИЗИОЛОГИЯ СИСТЕМЫ ДЫХАНИЯ

Под дыханием, в широком смысле слова понимают сложный биологический процесс, обеспечивающий доставку кислорода тканям, использование его в процессах метаболизма и удаления образующегося углекислого газа из организма. В процессе дыхания можно выделить три основных этапа: внешнее дыхание, транспорт газов кровью и внутреннее (тканевое) дыхание.

Внешнее дыхание - это газообмен между организмом и окружающим его атмосферным воздухом. В нем можно выделить как бы два этапа: газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом и газообмен между альвеолярным воздухом и кровью легочных капилляров. Внешнее дыхание осуществляется циклически. Один дыхательный акт состоит из фазы вдоха и выдоха. Обычно вдох несколько короче выдоха (у человека это соотношение составляет 1:1,3).

АКТ ВДОХА совершается вследствие увеличения объема грудной полости в трех направлениях - вертикальном, сагитальном и фронтальном. Это происходит в результате сокращения диафрагмы (ее купол уплощается, внутренние органы оттесняются вниз и грудная полость увеличивается в вертикальном положении). Сокращение наружных косых межреберных и межхрящевых мышц приводит к увеличению объема грудной клетки в сагитальном и фронтальном направлениях. Так как легкое через висцеральный и париетальный листки плевры соединены с грудной клеткой, то вслед за увеличением ее объема происходит увеличение объема легких, что приводит к снижению в них давления. Оно становится ниже атмосферного, воздух поступает в легкие - происходит вдох. В плевральной полости давление даже на выдохе всегда отрицательное, а во время вдоха оно возрастает. Это объясняется тем, что при растяжении легких увеличивается эластическая тяга легких - сила, с которой легкое стремится сжаться. Она обусловлена двумя факторами: наличием большого количества эластических волокон в стенке альвеол и поверхностным натяжением пленки жидкости, содержащей сурфактанты и покрывающей внутреннюю поверхность стенки альвеол. Во время вдоха эластическая тяга легких увеличивается, возрастает отрицательное давление в плевральной полости, что способствует акту вдоха. Таким образом, вдох осуществляется активно.

АКТ ВЫДОХА начинается вслед за вдохом, осуществляется он в обычных условиях пассивно за счет следующих факторов: сила тяжести грудной клетки, эластической тяги легких, эластической тяги перекрученных во время вдоха реберных хрящей, давление органов брюшной полости. Выдох, так же как и вдох, может быть и активным (например, гипервентиляции), когда происходит сокращение внутренних косых межреберных мышц и мышц брюшной стенки.

Возникновение отрицательного давления в плевральной щели объясняется тем, что грудная клетка новорожденного растет быстрее, чем легкие, в силу чего легочная ткань подвергается постоянному (даже в положении выдоха) растяжению. В создании отрицательного давления имеет значение и то, что плевральные листки обладают большой всасывательной способностью. Поэтому газ, введенный в плевральную полость, через некоторое время всасывается и в плевральной полости восстанавливается отрицательное давление. Таким образом, имеется механизм, активно поддерживающий отрицательное давление в плевральной щели. При вскрытии (или ранении) грудной клетки давление в плевральной щели становится равным атмосферному, легкое спадается, возникает открытый пневмоторакс. Если вместо воздуха там окажется жидкость, то это явление имеет соответствующее название (гидро-, пио-, гемоторакс).

ОБЪЕМ ВОЗДУХА В ЛЕГКИХ зависит от состояния человека. В покое человек вдыхает и выдыхает около 500 мл воздуха (колебания от 300 до 800 мл) - этот объем воздуха называется дыхательным. Сверх него человек может вдохнуть дополнительно при глубоком вдохе примерно 1500 - 2500 мл воздуха - такой объем называют резервным объемом вдоха. После обычного спокойного выдоха человек способен выдохнуть еще около 1500 - 2000 мл воздуха - резервный объем выдоха.

Если сделать максимальный вдох, а затем произвести максимальный выдох, то мы получим сумму всех вышеназванных объемов - такой показатель в медицине составляет жизненную емкость легких. Она различна в зависимости от возраста, пола, состояния здоровья, тренировки. У мужчин в среднем составляет 3, 5 - 5, 0 л, у женщин - 3, 0 - 4, 0 л.

Даже после максимального глубокого выдоха легкие не освобождаются полностью от всего воздуха, в них остается около 1200 - 2000 мл воздуха - это остаточный объем, он находится в легких всегда и даже после смерти.

Воздух находится не только в альвеолах легких, но и в

воздухоносных путях - гортани, трахее, бронхах, бронхиолах. Этот воздух не участвует в газообмене, поэтому его называли воздухом мертвого /вредного/ пространства. Хотя его объем и невелик (140 - 200 мл), но учитывать его нужно для понимания состава альвеолярного воздуха и его отличия от выдыхаемого. Значение этих путей, несмотря на такое название, чрезвычайно важно. В них воздух очищается от пыли и других примесей, согревается, увлажняется. Лучше всего это происходит при носовом дыхании.

ЛЕГОЧНАЯ ВЕНТИЛЯЦИЯ - это объем воздуха, вдыхаемого за единицу времени (минутный объем вентиляции легких. - в среднем равен 6 - 8 л, определяется произведением дыхательного объема на частоту дыхательных движений в одну минуту - 16 - 20). В легочной вентиляции принимает участие не весь воздух (надо исключить воздух вредного пространства). Поэтому различают вдыхаемый, выдыхаемый и альвеолярный воздух. Их отличие заключается в следующем. Вдыхаемый по сути атмосферный (с поправкой на некоторые особенности состава в закрытых помещениях - увеличение содержания углекислого газа) - содержит 20, 94% кислорода, 0, 03% углекислого газа и 79, 03% азота. Выдыхаемый - 16, 3% кислорода, 4% углекислого газа, 79, 7% азота. Альвеолярный - кислорода 14, 2 - 14, 6%, углекислого газа - 5, 5 - 5, 7%, азота - 80%. Различие связано с воздухом вредного пространства.

ПЕРЕХОД И ПЕРЕНОС ГАЗОВ КРОВЬЮ.

ГАЗООБМЕН В ЛЕГКИХ обусловлен тем, что в легочных альвеолах и венозной крови, притекающей к легким, давление кислорода и углекислоты различно: давление кислорода в альвеолах выше, чем в крови, а давление углекислого газа, наоборот в крови выше, чем в альвеолах. Поэтому в легких и осуществляется переход кислорода из воздуха в кровь, а углекислоты - из крови в воздух. Такой переход газов объясняется определенными физическими законами: если давление какого - нибудь газа, находящегося в жидкости и в окружающем ее воздухе, различно, то газ переходит из жидкости в воздух и наоборот, пока давление не уравнивается.

В смеси газов, какой является воздух, давление каждого газа и называется парциальным давлением. Например, атмосферный воздух оказывает давление, равное 760 мм ртутного столба. Содержание кислорода в воздухе равно 20, 94%. Парциальное давление кислорода в воздухе будет составлять 20, 94% от общего давления воздуха, т. е. 760 мм, и равно 159 мм ртутного столба. Установлено, что парциальное давление кислорода в альвеолярном

воздухе составляет 100 - 110 мм, а в венозной крови и капиллярах легких - 40 мм. Парциальное давление углекислого газа равняется в альвеолах 40 мм, а в крови - 47 мм. Разницей в парциальном давлении между газами крови и воздуха и объясняется газообмен в легких. В этом процессе активную роль играют клетки стенок легочных альвеол и кровеносных капилляров легких, через которые происходит переход газов.

Кислород и углекислый газ диффундируют в растворенном состоянии: все воздухоносные пути увлажнены слоем слизи. Важное значение для облегчения диффузии кислорода имеет сурфактантная выстилка альвеол, так как кислород растворяется в фосфолипидах, входящих в состав сурфактантов, гораздо лучше, чем в воде.

В ходе диффузии через этот барьер молекулы растворенного газа должны преодолеть: слой сурфактанта, альвеолярный эпителий, две основные мембраны, эндотелий кровеносного капилляра, слой плазмы и мембрану эритроцитов.

Диффузионная способность легких для кислорода очень велика. Это обусловлено огромным числом (сотни миллионов) альвеол и большой их газообменной поверхностью (у человека она составляет 100 - 120 м²), а также малой толщиной альвеолокапиллярной мембраны.

Когда кровь проходит через капилляры малого круга кровообращения, она обогащается кислородом, поступающим в них из легочных альвеол, и отдает углекислый газ. Этот процесс называется легочным газообменом.

В артериальной крови, оттекающей от легких, парциальное напряжение становится равным 100 мм рт. ст. Парциальное напряжение углекислого газа в венозной крови выше, чем в альвеолярном воздухе, поэтому углекислый газ переходит из крови в альвеолы. В результате этих процессов от легких оттекает уже артериальная кровь, обогащенная кислородом и освободившаяся от излишков углекислоты.

Транспорт кислорода кровью частично (около 2%) осуществляется в плазме в растворенном виде. Основная его часть транспортируется в форме непрочного соединения с гемоглобином (оксигемоглобин). 1 г гемоглобина может связать 1,31 - 1,36 мл газообразного кислорода. Если учесть, что в крови содержится примерно 15 г гемоглобина на 100 мл крови, то этот ее объем может переносить до 21 мл кислорода. Этот показатель получил название кислородной емкости крови (количество кислорода, которое может

переносить 100 мл крови до ее полного насыщения этим газом). Количество образуемого оксигемоглобина зависит от парциального давления кислорода.

Газообмен в тканях происходит по тому же принципу, что и в легких. Кислород из области высокого парциального давления (плазма крови) переходит в область низкого парциального давления (тканевая жидкость). По мере выхода кислорода из плазмы оксигемоглобин переходит в гемоглобин, обеспечивая достаточную концентрацию кислорода в плазме.

Углекислый газ, образующийся в клетках в процессе обмена, выходит в тканевую жидкость, создавая в ней высокое парциальное давление. В крови, протекающей по кровеносным капиллярам различных органов, парциальное давление углекислого газа значительно ниже, поэтому углекислый газ переходит из тканевой жидкости в кровь. Кровь содержит значительно больше углекислого газа, чем это возможно вследствие растворения его в жидкости. Это определяется также тем, что углекислый газ находится не только в растворенном состоянии в плазме, но и вступает в химические соединения с гемоглобином эритроцитов и солями плазмы. Этим обеспечивается возможность выноса всей углекислоты, образующейся в тканях. Кровь, отдавшая кислород и насыщенная углекислым газом, называется венозной. Венозная кровь поступает в легкие, где и происходит легочное дыхание.

РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ. Это приспособление к изменяющимся условиям деятельности организма, осуществляемое при помощи работы дыхательного нервного центра.

ДЫХАТЕЛЬНЫЙ НЕРВНЫЙ ЦЕНТР - это совокупность нейронов, постоянно участвующих в регуляции дыхательных движений, способных обеспечить вентиляцию легких. Нервные клетки, участвующие в регуляции дыхания расположены в различных отделах мозга. Главная часть дыхательного нервного центра находится в продолговатом мозгу. Отсюда нервные импульсы идут к двигательным нервным клеткам передних рогов спинного мозга, а от них - к дыхательным мышцам.

В продолговатом мозгу различают клетки, обеспечивающие вдох (центр вдоха), а также клетки ответственные за выдох (центр выдоха). Их деятельность контролируется группой нервных клеток, расположенных в верхней части варолиева моста (пневмотаксический центр). Важную роль в регуляции дыхания играет шейный отдел спинного мозга (III - IV шейные сегменты, центр диафрагмальных

нервов) и кора, благодаря которой осуществляется приспособление дыхательных движений при разговоре, пении, спортивной и трудовой деятельности человека. Влияние коры больших полушарий на дыхание доказывается способностью человека произвольно усиливать или задерживать дыхание, а также изменения дыхания под влиянием гипноза.

Специфическим раздражителем дыхательного центра является углекислота. Как только в крови, омывающей дыхательный центр и специальные рецепторы, заложенные в стенках кровеносных сосудов, накапливается определенное количество углекислого газа, дыхательный центр возбуждается и происходит вдох. Во время вдоха легкие растягиваются и благодаря этому раздражаются окончания блуждающего нерва, заложенные в ткани легких. Возбуждение, возникшее в рецепторах, передается по блуждающему нерву в дыхательный центр и вызывает его томожение. В результате происходит выдох. Во время выдоха избыток углекислого газа выводится из организма и концентрация его в крови падает. Следующий вдох произойдет тогда, когда в крови скопится углекислый газ в концентрации, достаточной для возбуждения дыхательного центра.

Несколько меньшее значение в регуляции дыхания имеет гипоксический стимул (недостаток кислорода). Но особенно сильным стимулом для центрального дыхательного механизма является сочетание гипоксемии (недостаток кислорода в крови) с гиперкапнией (избыток углекислого газа в крови).

РЕФЛЕКТОРНАЯ РЕГУЛЯЦИЯ ДЫХАНИЯ может осуществляться в пределах самой системы (собственные рефлексy.) и с помощью механизмов, связанных с действием других систем и органов (сопряженные рефлексy.).

К собственным рефлексам дыхательной системы мы должны прежде всего отнести рефлекс с рецепторов растяжения легких. Эти рецепторы локализованы главным образом в гладкомышечном слое стенок дыхательных путей и альвеол. Возбуждение этих рецепторов происходит во время вдоха, в результате импульсы от них идут в составе блуждающего нерва к ядрам продолговатого мозга, отвечающим за выдох и на смену вдоха приходит обратный процесс.

Рефлексy с верхних дыхательных путей, носят защитный характер, связанный с тем, что при скоплении в воздухоносных путях слизи, попадании туда инородных тел и химических раздражителей, возбуждаются заложенные в них рецепторы. Эти реакции

опосредованы афферентными волокнами целого ряда черепно-мозговых нервов, верхнегортанного, языкоглоточного, тройничного и других. К этой группе рефлексов относят: кашель. (механизм кашля связан в сильном vsлед за глубоким вдохом сокращении мышц - экспираторов при закрытой-голосовой щели, что создает компрессию воздуха в просвете трахеобронхиального дерева, после чего голосовая щель открывается и происходит резкий выдох), чихание. (вызывается изолированным раздражением рецепторов носа и отличается от кашля тем, что голосовая щель с самого начала остается открытой), глотание. (сопровождается рефлекторным закрытием голосовой щели и торможением дыхательной активности диафрагмы), принюхивание. (в котором участвуют крылья носа, наблюдается под влиянием пахучих веществ).

К сопряженным рефлексам дыхательной системы. относят большую группу актов, начало которых связано с раздражением различных рецептивных зон интэрорецепторов, экстерорецепторов и проприорецепторов.

Примером интэрорецептивного. сопряженного рефлекса дыхательной системы можно считать рефлекс с хеморецепторов кровеносных сосудов (особенно синокаротидной зоны, дуги аорты и др.), раздражителем которых является преимущественно углекислота (хотя такую же реакцию будет вызывать и недостаток кислорода). Раздражение хеморецепторов синокаротидной зоны вызывает поток нервных импульсов в экспираторный отдел дыхательного нервного центра, который идет через синусный нерв (ветвь языкоглоточного) и достигает продолговатого мозга экспираторного отдела.

К экстероцептивным сопряженным рефлексам дыхательной системы. относится большая группа рефлекторных актов, которые берут свое начало от тактильных, температурных (тепло - увеличивает, холод - уменьшает дыхательную функцию), болевых (слабые и средней силы раздражители усиливают, сильные - угнетают дыхание).

Раздражение рецепторов мышц, суставов, связок, происходящие в процессе физической работы, также рефлекторно влияет на дыхание и такие рефлексы мы должны отнести к проприоцептивным сопряженным.

При физической работе регуляции дыхания усложняется. Потребность организма в кислороде резко возрастает, его недостаток в крови приводит к раздражению химических рецепторов, расположенных в области каротидного синуса. Сигналы от этих

рецепторов постулают в дыхательный центр, в результате чего дыхание учащается. При мышечной работе образуется много углекислого газа, который поступает в кровь. Он может действовать на дыхательный центр непосредственно через кровь.

Если недостаток кислорода в крови приводит преимущественно к учащению дыхания, то избыток углекислого газа вызывает в основном его углубление. При физической работе эти два фактора действуют одновременно, вследствие чего происходит и учащение, и углубление дыхания. Накапливающиеся другие кислые продукты при физической работе также усиливают дыхание. Наконец, нервные импульсы, идущие от работающих мышц, достигают дыхательного центра и усиливают его работу.

Дыхание подчинено коре головного мозга, доказательством чего является то, что человек может произвольно задерживать дыхание или изменять его глубину и частоту. Свидетельством корковой регуляции дыхания является и учащение дыхания при эмоциональных состояниях.

ОСОБЕННОСТИ ДЫХАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ.

Пребывание на больших высотах (высокогорье) сопряжено со снижением парциального давления кислорода во вдыхаемом воздухе и альвеолярном газе (такое состояние иногда имитируют, помещая объект исследования в камеру, где создают эквивалентное разрежение воздуха). Так, на высоте 4000 - 6000 м над уровнем моря парциальное давление кислорода падает до 98 мм рт. ст., а альвеолярное до 60 мм рт. ст., т. е. в 1,5 раза становится меньше, чем на равнине. На этой высоте у человека могут возникнуть симптомы так называемой горной или высотной болезни. При этом наблюдаются расстройства дыхания и кровообращения, а также нарушения в деятельности центральной нервной системы (головная боль, бессоница, тошнота). Под влиянием возникающей гипоксии (недостаток кислорода) спазмируются легочные сосуды, может развиваться гипертензия малого круга кровообращения и даже отек легких.

Индивидуальная устойчивость человека к высотной гипоксии весьма переменна и в известной мере зависит от его тренированности. Однако высоту около 7 000 - 8 000 м, где атмосферное и альвеолярное парциальное давление кислорода падают примерно втрое, считают предельно переносимой для человека, если он не дышит газовой смесью, обогащенной кислородом. Важно, что гипоксия вызывает нарушения со стороны

психики: расстройства координации, эйфорию, утрату самоконтроля и потерю сознания, которая может наступить совершенно внезапно, приводя в конечном итоге к гибели.

При длительном проживании в условиях высокогорья возрастает жизненная емкость легких, повышается кислородная емкость крови (за счет увеличения числа эритроцитов и содержания гемоглобина), в мышцах становится больше миоглобина, в митохондриях усиливается активность ферментов, обеспечивающих биологическое окисление и гликолиз. У людей, живущих в горах, кроме того, понижена чувствительность тканей организма, в частности, центральной нервной системы, к недостаточному снабжению кислородом.

При кессонных или водолазных работах человеку приходится находиться в условиях высокого атмосферного давления. Во время пребывания на глубине, где давление воздуха может быть до 10 атм, в крови, тканевой жидкости и в тканях растворяется очень большое количество азота. В случае медленного подъема с глубины, азот по мере падения давления выделяется с выдыхаемым воздухом и организму опасность не угрожает. При слишком быстром подъеме водолаза со дна, азот не успевает выделяться из организма. Так как растворимость азота в крови при переходе от повышенного давления к нормальному понижается, в крови появляются газовые пузырьки, которые могут привести к эмболии сосудов, т. е. закупорке их пузырьками газа. Состояние, которое возникает при быстром подъеме из глубины называют кессонной болезнью, она сопровождается болями в суставах и рядом мозговых явлений: головокружением, рвотой, одышкой, потерями сознания. Для ее лечения необходимо вновь быстро подвергнуть пострадавшего действию высокого давления, чтобы снова растворить выделившиеся пузырьки газа (азота). В настоящее время при погружении водолаза на большую глубину ему дают газовую смесь, где азот заменен на газ, нерастворимый в воде (например гелий).

Человек способен произвольно задерживать дыхание не более чем на 1 - 2 мин. После предварительной гипервентиляции легких длительность этой задержки у тренированного может быть 3 - 4 минуты (иногда и более). Этим определяется максимальный срок пребывания под водой без специального дыхательного прибора.

Однако затяжное ныряние после гипервентиляции таит в себе серьезную опасность: быстрое падение оксигенации крови может вызвать внезапную потерю сознания, а в этом состоянии пловец (даже опытный) под влиянием стимула, порожденного ростом парциального напряжения CO крови, вдохнет воду и захлебнется.

ФИЗИОЛОГИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Центральная нервная система координирует деятельность всех органов и систем, обеспечивает эффективное приспособление организма к меняющимся условиям окружающей внешней среды и формирует целенаправленное поведение (т. е. является органом психической деятельности). Физиология центральной нервной системы обычно излагается с двух позиций: общей физиологии центральной нервной системы (входят понятия о рефлекторной теории и общие закономерности, характеризующие механизмы рефлекторной деятельности) и специальной части (описываются отдельные разделы нервной системы и ее роль в поведенческих реакциях).

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

К общим принципам деятельности нервной системы мы, прежде всего относим понятие рефлекторной теории. Основной структурной и функциональной единицей нервной системы является нервная клетка со всеми ее отростками - нейрон., а основным механизмом деятельности - рефлекс. Деятельность нервной системы осуществляется по рефлекторному принципу. Внешнее раздражение, например, падающее на организм, в первую очередь воспринимается наиболее реактивной системой организма, высокочувствительными периферическими окончаниями нервной системы - рецепторами. Далее информацию несут нейроны от рецепторов в центральную нервную систему - афферентные или центроостремительные. Из центральной нервной системы возбуждение передается по эфферентным нервным волокнам к клеткам, тканям, органам. Передача с афферентного звена этой реакции на эфферентную осуществляется посредством так называемых вставочных нейронов. Наконец, информация от рабочего органа (ткани, органа, клетки) может возвращаться назад по каналам обратной связи (нейронам) в нервную систему. Весь этот анатомический субстрат осуществления рефлекса называется рефлекторной дугой. Поэтому в узком смысле определение рефлекса может быть сведено к тому, что рефлекс - это процесс передачи возбуждения, возникающего под влиянием внешнего воздействия, от рецептора к эффектору, через центральную нервную систему.

Окончания чувствительных нейронов на периферии совместно с клетками периферийных органов образуют сложно устроенные приборы, называемые рецепторами.

РЕЦЕПТОРЫ И ИХ СВОЙСТВА

Рецепторы представляют собой конечные специализированные образования, предназначенные для трансформации энергии различных видов раздражителей в специфическую активность нервной системы - нервный импульс. По характеру взаимодействия раздражителей всю совокупность рецепторов подразделяют на экстерорецепторы, интерорецепторы, и проприорецепторы.

Экстерорецепторы воспринимают раздражения внешних агентов и они расположены в коже и видимых слизистых оболочках (например, слизистой полости рта, носа). Рецепторы этого вида условно также делятся на контактные (возбуждаются при контакте с раздражителем): тактильные, терморецепторы (холодовые, тепловые), вкусовые, болевые и дистантные (воспринимают действие раздражителя на расстоянии): фото-, фонорецепторы, обонятельные.

Интерорецепторы воспринимают сигналы о раздражителях внутренней среды и они расположены во внутренних органах. Среди них различают: барорецепторы (реагируют на изменение давления, например в сосудах на давление крови), хеморецепторы (чувствительные к действию химических веществ), температурные (холодовые и тепловые) и болевые.

К числу проприорецепторов относят: мышечные веретена (находятся среди мышечных волокон), тельца Гольджи (расположены в сухожилиях) и пачиниевы тельца (находятся в фасциях, сухожилиях, связках и периосте). Все эти рецепторы относятся к группе механорецепторов, которые возбуждаются при их растяжении и являются необходимым условием нормальной мышечной деятельности (дают информацию в центральную нервную систему о положении тела в пространстве).

Одной из особенностей рецепторов является их высокая возбудимость по отношению к раздражителям. Она к тому же у рецепторов одной и той же группы может быть различной. Если взять, например, участок кожи или слизистой оболочки полости рта, то на отдельных участках этих структур расположены рецепторы одного и того же назначения. Такие участки называют рецептивными полями. Рецептивное поле может быть очень ограниченным или наоборот обширным. Так вот в таком поле не все рецепторы одинаково

реагируют на соответствующий раздражитель (т. е. имеют разные пороги возбудимости). Поэтому их возбудимость и является различной.

Другим специфическим свойством рецепторов является их высокая чувствительность к адекватным (специфическим) раздражителям. Наиболее эта функция присуща экстерорецепторам, в меньшей проприо- и интерорецепторам. Например, свет - адекватный раздражитель рецепторов глаза и т. п.

По характеру информации, которая поступает в нервную систему от рецепторов полости рта, различают не менее шести видов чувствительности: вкусовую, холодовую, тепловую, тактильную, болевую и проприоцептивную. По специфике функционирования многочисленные рецепторы полости рта можно разделить на три группы: хеморецепторы (вкусовые), соматосенсорные (тактильные, тепловые, холодные, болевые) и проприорецепторы.

И так, в рецепторе раздражение вызывает цепь реакций приводящих в конечном счете к появлению в нервном волокне генераторного потенциала, который служит источником возникновения потенциала действия, распространяющегося по нервному волокну.

Проведение нервного импульса по нервному волокну

Механизм проведения возбуждения по нервному волокну включает в себя два момента: раздражающее действие локального генераторного потенциала на соседний участок электровозбудимой мембраны и возникновением в нем потенциала действия (ПД). Дальнейшее проведение ПД по нервному волокну - это вроде эстафеты, в которой каждый участок вдоль волокна выступает как раздражаемый, а затем как раздражающий последующий участок.

Механизм возникновения нервного импульса и его распространения по нервному волокну зависит от его строения. Различают мякотные (или миелинизированные) и безмякотные (немиелинизированные) нервные волокна. Нервы обычно состоят из тех и других нервных волокон с большим или меньшим преобладанием тех или других.

Проведение возбуждения в миелинизированных нервных волокнах осуществляется скачкообразным, переллигивая через участки волокна, покрытые миелиновой оболочкой (такое проведение называется сальтаторным). В состоянии покоя наружная поверхность мембраны всех перехватов Ранье заряжена положительно.

В безмякотных нервных волокнах возбуждение распространяется непрерывно, вдоль всей мембраны, от одного участка к другому.

По скорости проведения возбуждения различают три типа нервных волокон: "А" - покрытые миелиновой оболочкой, скорость распространения волны возбуждения до 120 м/с (это - моторные волокна скелетных мышц и др.); "В" - миелинизированные, скорость до 18 м/с (преганглионарные волокна вегетативной нервной системы) и "С" - безмякотные, скорость до 3 м/с (постганглионарные симпатические).

Проведение волны возбуждения по нервным волокнам подчиняется некоторым закономерностям. К первой из них относят анатомическую и функциональную целостность волокна. - проведение импульсов возможно лишь при условии анатомической целостности волокна, непроводимость наблюдается также при нарушении физиологической целостности (блокада анестетиком, резкое охлаждение и др.). Ко второй - закон двустороннего проведения. - при раздражении нервного волокна возбуждение распространяется по нему и в том и другом направлении. В условиях целостной рефлекторной дуги волна возбуждения движется в одном направлении (от афферентного к эфферентному). К третьей - изолированное проведение. (импульсы по каждому нервному волокну в нерве распространяются изолированно, т. е. не переходят с одного на другой), это особенно важно для работы таких сложных нервов как, например, блуждающий.

Наконец, для нервного волокна характерна еще одна особенность - это его относительная неутомляемость. Она отчасти зависит от того, что нервное волокно тратит для своей работы мало энергии. Кроме того, нервное волокно работает с большой недогрузкой, если в норме оно может проводить до 2000 имп/с, то нередко проводит в много раз меньше.

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ СИНАПСОВ

Синапсами называют специализированные контакты между нервными клетками или между нервными и эффекторными клетками, используемыми для передачи сигналов. Синапсы можно классифицировать: по их местоположению и принадлежности соответствующим клеткам. - нервно - мышечные, нейро - нейрональные (аксо-соматические, аксо - дендритические); по знаку их действия. - возбуждающие и тормозные ; по способу передачи сигнала. - химические (передача сигнала осуществляется через медиатор), электрические (сигналы передаются электрическим током), смешанные -электрохимические.

Все синапсы устроены принципиально одинаково. В них

различают такие компоненты, как пресинаптическая мембрана, постсинаптическая мембрана и разделяющая их синаптическая щель.

В химическом синапсе происходит передача возбуждения посредством действия медиатора. Медиатор выделяется в синаптическую щель под влиянием импульса, пришедшего по нервному волокну. В качестве медиаторов в химических синапсах могут выступать следующие вещества: вызывающие возбуждение - ацетилхолин, адреналин, норадреналин, дофамин, серотонин и др. ; вызывающие торможение - гамма - аминокислотная кислота (ГАМК), глутаминовая кислота, глицин, таурин и др. Каждый нейрон во всех своих синаптических образованиях выделяет один и тот же медиатор.

К особенностям синаптической передачи (если речь идет, в частности, о химическом синапсе) относят: односторонний характер проведения возбуждения. (это будет и одно из основных свойств центральной нервной системы). Такая односторонняя передача в синапсе обусловлена тем, что медиатор содержится только в пресинаптическом звене. Другой особенностью синапса является то, что в нем волна возбуждения проводится медленнее, чем в нервном волокне и это приводит к задержке процесса возбуждения (синаптическая задержка.). Для синапса характерна высокая утомляемость, которая связана с расходом медиатора.

Изменение возбудимости центральной нервной системы
Возбудимость центральной нервной системы, т. е. способность ее приходить в деятельное состояние, подвержена колебаниям в зависимости от различных условий.

Одно из условий нормальной деятельности головного и спинного мозга - достаточное поступление кислорода к нервным клеткам. Клетки головного и спинного мозга потребляют кислород значительно больше, чем клетки других органов. Недостаточное поступление кислорода ведет к понижению возбудимости нервных клеток и может быть причиной их гибели.

Применяемые в медицинской практике при наркозе вещества (например, хлороформ или эфир) вызывают резкое понижение возбудимости центральной нервной системы.

ТОРМОЖЕНИЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ

В центральной нервной системе имеет место не только процесс возбуждения, но и процесс торможения. Внешнее торможение проявляется ослаблением или прекращением рефлекторной деятельности. В зависимости от состояния центральной нервной системы и характера раздражения, нервные импульсы, поступающие

в головной и спинной мозг, в одних случаях вызывает рефлексы в других задерживает их.

Возбуждение и торможение связаны между собой и представляют единый процесс нервной деятельности. Это единство выражается, например, в координации таких сложных актов, как ходьба, бег. При этих движениях происходит чередование возбуждения и торможения в нервных центрах, регулирующих работу мышц - сгибателей и разгибателей. Возбуждение центра мышц - сгибателей (сокращение сгибателей) после осуществления сгибания сменяется торможением (сгибатели расслабляются).

ЧАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ.

СПИННОЙ МОЗГ

Спинальный мозг характеризуется выраженным сегментарным строением. Различают 8 шейных, 12 грудных, 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 - 3 копчиковых.

Спинальный мозг состоит из серого и белого вещества. Серое вещество лежит в центре мозга, а белое - на периферии. На горизонтальном разрезе спинного мозга серое вещество имеет форму бабочки. В нем различают два передних выступа - передние рога и два задних выступа - задние рога.

В передних рогах находятся двигательные нервные клетки, в задних рогах - вставочные нервные клетки, или клетки связи. От клеток передних рогов отходят отростки. Эти отростки образуют пучки - передние корешки. К задним рогам спинного мозга подходят пучки нервных волокон, носящие название задних корешков.

Передние корешки двигательные, задние - чувствительные. В каждом межпозвоночном отверстии двигательный и чувствительный корешки соединяются, в результате чего образуется спинномозговой нерв. Спинномозговых нервов 31 пара.

Белое вещество спинного мозга в каждой его половине подразделяется на три части, называемые канатиками: передний, боковой и задний. В составе канатиков проходят нервные волокна, соединяющие разные отделы самого спинного мозга и спинной мозг с головным. Волокна, соединяющие спинной и головной мозг, сгруппированы в пучки, называемые проводящими путями. Одни проводящие пути являются восходящими (чувствительными), другие - нисходящими (двигательными).

Объем функций, осуществляемых спинным мозгом, чрезвычайно велик. В нем находятся центры всех двигательных рефлексов (кроме мускулатуры головы), рефлексов мочеполовой системы и прямой кишки, рефлексов, регулирующих метаболизм тканей, сосудистых реакций и других. В естественных условиях эти рефлексы всегда испытывают влияние высших отделов головного мозга.

К рефлексам спинного мозга относят: защитные. (сухожильные), рефлексы растяжения., положения., висцеральные., вегетативные. и другие.

Сгибательные рефлексы. направлены на избежание различных повреждающих воздействий. Они возникают при раздражении рецепторов кожи, мышц и внутренних органов. Раздражение рецепторов, например, болевых (укол, щипок и т. п.) приводит к сокращению мышц - сгибателей и отдергиванию руки или ноги, т. е. обеспечивает функцию защиты организма.

РАЗГИБАТЕЛЬНЫЕ РЕФЛЕКСЫ осуществляются при раздражении рецепторов, заложенных в коже ладони или подошвы. С помощью этих рефлексов происходит более близкое ознакомление с предметами и явлениями внешнего мира.

Помимо рефлекторной деятельности еще одной важной функцией спинного мозга является проводниковая. Эта функция связана с наличием проводящих (восходящих и нисходящих) путей в спинном мозгу. Восходящие пути связывают спинной мозг с продолговатым, средним, промежуточным мозгом со всеми разделами ствола мозга. А нисходящие содержат аксоны, клетки которых идут от коры или стволовой части мозга к эфферентным нейронам спинного мозга. Эта функция спинного мозга особенно хорошо иллюстрируется при развитии спинального шока. Спинальный шок - это резкие изменения в состоянии центров спинного мозга в результате их повреждения, разрушения, раздражения. Причина такого шокового состояния связана с выпадением влияний, поступающих из вышележащих отделов нервной системы в спинной мозг.

ЗАДНИЙ МОЗГ, состоит из продолговатого мозга и варолиева моста, это сравнительно небольшая по объему часть головного мозга, в значительной мере сохранившая сегментарную структуру. Остатками этой сегментарности являются расположенные в продолговатом мозгу ядра V - XII пар черепно - мозговых нервов.

Этот отдел мозга также выполняет две основные функции:

РЕФЛЕКТОРНУЮ и проводниковую. Рефлекторные функции

весьма многообразны и с одной стороны направлены на поддержание позы, а другие на обеспечение восприятия, обработки и проглатывания пищи, а также многочисленные вегетативные реакции связанные с деятельностью жизненно важных органов - дыхания, сердца, сосудов, пищеварительных желез.

Рефлексы, направленные на поддержание позы, в первую очередь связаны с рецепторами вестибулярного аппарата и полукружных каналов. Различают статические и статокINETические рефлексы. Все эти рефлексы определяют перераспределение тонуса мышц, приводящие к восстановлению естественной для состояния организма позы в случае ее изменения. Статические обуславливают эту регуляцию в состоянии покоя, а статокINETические, направлены на сохранение позы и ориентацию в пространстве при изменении скорости движения.

Большая группа рефлексов заднего мозга являются классическими клиническими рефлексами (мигания, слезоточения, сосания, жевания, рвоты, голосообразования и другие). Кроме того выделяют группу рефлексов, обеспечивающих захват, пережевывание и проглатывание пищи. В пищевых двигательных реакциях принимают участие ядра тройничного, языкоглоточного, блуждающего, добавочного и подъязычного нервов. Рецептивное поле этих рефлексов составляют рецепторы слизистой оболочки рта и корня языка.

Центры продолговатого мозга регулируют деятельность многих органов брюшной и грудной полости (сердца, дыхания, внутренних органов) и другие вегетативные рефлексы. Поэтому малейшие повреждения этого отдела центральной нервной системы немедленно приводят к тяжелейшим нарушениям жизнедеятельности, вплоть до летальных.

ПРОВОДНИКОВАЯ функция заднего мозга связана с тем, что в нем заканчиваются волокна некоторых трактов (например, пучков Голля и Бурдаха) и через него проходят волокна пирамидной и экстрапирамидной систем.

Часть нейронов отдельных центров заднего мозга (например, дыхательных, сердечно - сосудистых) сосредоточены в ретикулярной формации этого отдела центральной нервной системы.

СРЕДНИЙ МОЗГ

Средний мозг, также как и продолговатый мозг и мост относится к стволовым структурам. Он состоит из следующих ядер: четверохолмия, глазодвигательного и блокового нервов, красного

ядра и черной субстанции.

Ядра четверохолмия соответствуют задним рогам спинного мозга и выполняют рецепторные функции, а остальные ядра соответствуют передним рогам спинного мозга и связаны с движением.

Передние бугры четверохолмия. - принимают участие в осуществлении зрительных рефлексов и являются первичными зрительными центрами (установка глаз на световое раздражение, реакция зрачка). Поражение этих ядер не вызывает утрату зрительных ощущений.

Задние бугры четверохолмия. связаны со слуховыми нервами, являются первичными слуховыми центрами (настрой ушной раковины на звуковой сигнал, процесс прислушивания и т. п.).

Ядра глазодвигательного и блокового нервов. связаны с передними буграми четверохолмия, их возбуждение определяет движения глаз вверх, вниз и стороны (конвергенция глаз, поворот глаз кнутри при установке зрения на приближающийся предмет).

Красное ядро. является центром, оказывающим влияние на распределение мышечного тонуса и определяющим установку тела.

Они получают импульсы от коры полушарий, мозжечка, ядер экстрапирамидной системы, а от них отходят волокна к мотонейронам спинного мозга. Если перерезать пути, несущие информацию от красного ядра к спинному мозгу, то развивается состояние называемое децеребрационная ригидность. (оцепенелость). Она характеризуется тем, что разгибатели мышц туловища и конечностей получают преобладание над сгибателями, голова разгибается до отказа, конечности выпрямляются. Это свидетельствует, что полушария постоянно посылают к красному ядру, а красные ядра к мотонейронам влияния, тормозящие центры разгибателей. В механизме этой реакции существенная роль отводится также ретикулярным нейронам.

ЧЕРНАЯ СУБСТАНЦИЯ представляет собой скопление клеток, участвующих в распределении мышечного тонуса, необходимого для установки тела, а также в согласовании актов жевания и глотания.

В целом, средний мозг является аппаратом установки тела, в его функции входит также осуществление слуховых и зрительных ориентировочных безусловных рефлексов. Он подчиняется импульсам, идущим от мозжечка, подкорковых ядер и коры.

При нарушении среднего мозга могут изменяться функции жевательной и мимической мускулатуры. В частности, так как черная субстанция отвечает за координацию движений, связанных с приемом

пищи, то в практике врача - стоматолога могут встречаться больные с нарушением моторной функции полости рта.

МОЗЖЕЧОК

Мозжечок, как надсегментарный орган, входящий в систему регуляции движений, выполняет в основном функции координации движений. Он связан с другими отделами мозга с помощью афферентных и эфферентных путей. При поражении мозжечка у человека развиваются следующие характерные симптомы: атония - выпадение тонуса в мышцах (вялость мышц); астения - упадок силы мышц; атаксия - невозможность точно соизмерять движения; астезия - склонность давать колебательные движения (дрожащая, нетвердая походка, дрожание частей тела); асинергия - нарушение содружественных движений (так больной касание рукой кончика носа осуществляет в приема); дисметрия - утрата соразмерности движения (движения становятся преувеличенно размашистыми и теряют свою точность, цель достигается только при многократных ошибках); адиадохокinez - неспособность выполнять быструю последовательную реакцию, например, сгибание и разгибание пальцев.

Мозжечок принимает участие не только в осуществлении координации движений, но и включен в систему контроля висцеральных функций. Целый ряд вегетативных рефлексов, таких, например, как расширение зрачка, повышение артериального давления, моторика и секреция желудочно - кишечного тракта.

Нарушение двигательных функций при поражениях мозжечка объясняется тесными связями его с основными структурными образованиями ствола мозга (дающими начало трактам, передающим импульсы в спинной мозг), а также с таламусом и корой больших полушарий. Особенно важна роль мозжечка в регуляции этих функций в его связи с ретикулярной формацией. Одна из главных проекций мозжечка направлена к нейронам ретикулярной формации, особенно к тем из ретикулоспинальных клеток, аксоны которых отличаются наиболее высокой скоростью проведения возбуждения. Ретикулоспинальные нейроны находятся под контролем мозжечка, после устранения этого контроля участие их в центральной регуляции движений резко нарушается.

ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ МОЗГ

Промежуточный мозг образует стенки III желудочка и состоит из следующих отделов: эпителиамус, таламус и гипоталамус.

ЭПИТАЛАМУС - или надталамическая область, состоит из

расположенного под мозолистым телом свода и из железы внутренней секреции эпифиза, которые формируют верхнюю стенку третьего желудочка.

Эпиталамус имеет отношение к обонянию и вегетативным функциям. Вырабатывает ряд веществ, влияющих на иммунитет, а также: мелатонин - оказывает активное действие на меланофоры (пигментные клетки у животных), вызывает посветление кожи, действует на половые железы (при поражении эпифиза у детей возникает преждевременное половое созревание); серотонин - предшественник мелатонина, увеличивается при наибольшей освещенности (весна, лето).

ТАЛАМУС (зрительный бугор) является главным рецепторным образованием мозгового ствола. В нем различают много ядерных скоплений, которые подразделяются на группы: неспецифических (являются как бы продолжением ретикулярной формации среднего мозга) и специфических (передние, задние, латеральные, медиальных) ядер.

Неспецифические ядра передают сигналы в подкорковые структуры и от них в кору.

Специфические ядра получают информацию от всех рецепторов (интеро -, экстеро - и проприогрупп) и поэтому таламус представляет собой своего рода ворота, через которые в кору поступает основная информация об окружающем мире и состоянии организма.

Поэтому таламус неслучайно является высшим центром ощущений, в том числе и болевых.

Этот рецепторный центр посылает свои импульсы как к эфферентным отделам подкорки, так и к мозговой коре.

Поражение зрительных бугров у человека в стоматологической практике может быть обнаружено в связи с появлением расстройств мимики, насильственным плачем, расстройств обонятельных и вкусовых ощущений.

ГИПОТАЛАМУС - подбугорная область состоит из множества ядер, которые тоже подразделяются на группы (преоптическая, передняя, средняя, наружная, задняя).

Афферентные сигналы в гипоталамус поступают из коры, таламуса, базальных ганглиев. Результаты раздражения или разрушения ядерных групп таламуса показали, что латеральные и дорсальные группы ядер вызывают снижение тонуса симпатической нервной системы; средних ядер - наоборот.

Гипоталамус является центром: сна и бодрствования,

терморегуляции, насыщения и голода, жажды, удовольствия. Т. е. он отвечает за многие формы поведения (эмоции, половые инстинкты и т. п.).

Для гипоталамуса характерна гормонообразовательная функция. Через свой придаток - гипофиз - гипоталамус выделяет в кровоток такие гормоны: антидиуретический, окситоцин, катехоламины, тиреотропин, пролактин и другие.

Таким образом, гипоталамус является образованием центральной нервной системы, которое можно назвать как высшим вегетативным центром, центром терморегуляций и многих поведенческих реакций. Однако гипоталамус имеет связи с корой, представляющей еще более высокий уровень интеграции. Принцип нейронной организации гипоталамуса еще до конца не исследован и остается загадкой, как такое маленькое образование способно управлять многими системными реакциями организма.

Раздражение центров гипоталамуса, ответственных за трофические функции приводит к дистрофическим процессам: кровоизлияниям в различных органах, эрозиям и язвам слизистой оболочки полости рта и пищеварительного тракта.

РЕТИКУЛЯРНАЯ ФОРМАЦИЯ МОЗГОВОГО СТВОЛА

Это образование нервной системы простирается через весь ствол головного мозга от верхних шейных сегментов вплоть до промежуточного мозга. Поэтому можно выделять ретикулярную формуляцию продолговатого мозга, моста, среднего мозга. Однако в функциональном отношении в ретикулярной формации разных отделов ствола мозга есть много общего. Вот почему целесообразно рассматривать ее как единую целую структуру.

В связи с ее сетчатым строением и чрезвычайно сложным переплетением в ней отростков различных клеток разобраться в характере межнейронных связей этой области очень трудно. Однако, тем не менее, при анализе влияний со стороны ретикулярной формации на различные функции в организме отчетливо просматриваются два пути взаимоотношений: восходящие и нисходящие влияния.

Восходящие влияния ретикулярной формации связаны с регуляцией активности высших отделов мозга, в особенности коры больших полушарий. Для бодрствующей активности высших отделов мозга необходимо непрерывное поступление к ним афферентной импульсации. Такая импульсация поступает в кору по восходящим системам поддерживает высокую ее возбудимость. Для коры больших

полушарий характерна постоянная электрическая активность, носящая синхронный характер. При переходе от неактивного состояния коры к активному наблюдается реакция десинхронизации. Такая реакция и вызывается как раз влияниями со стороны ретикулярных нейронов. Она не ограничивается каким - либо отдельным участком коры, а регистрируется практически по всей ее площади. Такие влияния ретикулярной формации называются генерализованными. Если эти влияния блокировать (например, фармакологическими препаратами снотворного действия - барбитуратами), то возникает сон.

Нисходящие влияния ретикулярной формации не менее сложны. Они могут также быть диффузными (возбуждающими и тормозными) по отношению к нижележащим отделам центральной нервной системы особенно спинного мозга. Влияние на двигательную деятельность спинного мозга в основном зависит от ретикулярной формации заднего мозга. На вегетативную функцию ее отделов продолговатого и среднего мозга (дыхательный нервный центр, центр сердечно - сосудистой регуляции и другие). Ретикулярные нейроны, регулирующие вегетативные функции отличаются высокой чувствительностью к химическим веществам (СО, недостатку О, адреналину др.).

Ретикулярные нейроны в связи с их многочисленными морфологическими контактами, а также высокой чувствительностью к действию химических веществ непрерывно активны и их влияния носят постоянный, тонический характер. Почти все нейроны ретикулярной формации полисенсорны, т. е. отвечающими на раздражения самых различных рецепторов. Это также поддерживает тонический характер их действия.

Практически к ретикулярной формации приходит информация от всех органов, также как и от нее зависит в конечном счете работа всей центральной нервной системы.

ЛИМБИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Под лимбической системой понимают морфофункциональное объединение, которое включает в себя филогенетически старые отделы коры переднего мозга, а также ряд подкорковых структур. Это древняя кора (обонятельный мозг - обонятельная луковица, обонятельный бугорок, прозрачная перегородка и прилежащие части коры) старая кора (гипокамп, зубчатая фасция, основание гипокампа и расположенную над мозолистым телом поясную извилину), миндалевидный комплекс и ядра мозговой перегородки.

К функциям лимбической системы относят: обонятельные, вегетативные (стимулирует секрецию слюны, произвольное жевание и глотание, в целом деятельность пищеварительного тракта), эмоциональная окраска поведенческих реакций (вегетативные компоненты и эндокринные сдвиги). Изменяя гормональный фон, лимбическая система может участвовать в формировании побуждений к действию (мотиваций) и регулировать реализацию самих действий.

Особенно важна роль лимбической системы в формировании эмоций. Наибольшее значение в этом процессе имеет миндалевидный комплекс и поясная извилина. Вероятно в этой системе происходит оценка поступающей информации, ее сопоставление с субъективным опытом и запуск соответствующих эмоциональных реакций через гипоталамические структуры.

Таким образом, лимбическую систему как одно из древних образований мозга, можно считать важным его отделом, который вместе со стволовыми структурами образует систему координации висцеральных и соматических функций организма.

КОРА БОЛЬШИХ ПОЛУШАРИЙ МОЗГА

В соответствии с развитием коры больших полушарий выделяют: древнюю кору, старую и новую. К древней относят: обонятельные луковицы, обонятельные тракты, обонятельные бугорки. К старой - поясную извилину, извилину гиппокампа и миндалину. Всеостальные области относятся к новой коре.

Функции древней и старой коры. переднего мозга в основном связывают с обонянием (существует даже понятие - обонятельный мозг), а также с реакциями нестероидивания и внимания. Кроме того, этот раздел коры принимает участие в вегетативных функциях организма, в осуществлении инстинктивного поведения (пищевого, полового, оборонительного) и в формировании эмоций.

Выше упоминалось, что древняя и старая кора вместе с гипоталамусом и лимбической областью среднего мозга составляют так называемую лимбическую систему мозга, обеспечивающую гомеостаз, самосохранение и сохранение вида.

Имеются данные, что некоторые области старой коры имеют важное значение в процессах памяти.

Функции новой коры. рассматриваются с позиции ее участия в моторных и сенсорных реакциях. В ней условно выделяют моторные и сенсорные зоны. Так, двигательные зоны расположены в области прецентральной извилины, на медиальной поверхности коры. Аксоны

нейронов двигательной коры не только образуют кортико - спинальный путь, но и направляются к различным ядрам экстрапирамидной системы (к красным ядрам, ретикулярным ядрам).

Афферентные импульсы, направляющиеся в кору, переключаются на клетках ядер таламуса и оттуда проецируются в определенные корковые поля. В каждой полушарии выделяют первичные зоны представительства соматической (кожной, мышечно - суставной) и висцеральной чувствительности. Эти зоны обозначаются как I и II соматосенсорные зоны коры. Первая - расположена в задней центральной извилине. К ней поступают волокна от заднего вентрального ядра таламуса - особенно большую поверхность занимает представительство рецепторов кисти рук, голосового аппарата и лица, эти различия отражаются количеством рецепторных образований, имеющих в коже туловища и наиболее чувствительных участков тела - губах, языке, подушечках пальцев.

Вторая соматосенсорная зона коры получает также импульсы от тех же ядер таламуса и находится в латеральной (сильвиевой) борозде. В этих зонах происходит интеграция и критическая оценка той информации, которая поступает из специфических ядер таламуса (оценка интенсивности ощущений, определение пространственных взаимоотношений участков тела и т. п.).

Другой проекционной зоной коры является внутренняя поверхность затылочной коры в области шпорной борозды. В эту область доставляются зрительные ощущения. В области латеральной борозды расположена слуховая зона. Выделяют и другие зоны.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ :

1. Двигательный анализатор, находится преимущественно в передней центральной извилине (лобная доля). Здесь происходит восприятие и анализ проприорецептивных раздражений и образование временных связей - рефлекторно - мышечных движений.

2. Анализатор кожной чувствительности. (болевого, температурный и др.) располагается в задней центральной извилине (теменная доля).

3. Анализатор обоняния, находится в переднем отделе (височная доля). Полагают, что там же лежит анализатор вкуса.

4. Слуховой анализатор, располагается в верхней височной извилине.

5. Зрительный анализатор, помещается в затылочной доле. Функция речи, присуща только человеку, она осуществляется при участии всей коры, но преимущественно связана с некоторыми ее

областями. К числу таких областей относится задний отдел нижней лобной извилины, где располагается двигательный анализатор речи (у правшей - слева, у левшей - справа).

Следует иметь в виду, что мышление связано с деятельностью всей коры головного мозга, а не только с функцией отдельных ее областей.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ, ЭНЕРГИИ И ПИТАНИЕ

Постоянным и существенным признаком жизни является непрерывный обмен энергии и веществ, который протекает как внутри организма, так и между организмом и внешней средой. В процессе жизнедеятельности непрерывно расходуется энергия. Она используется для синтеза различных соединений, мышечной работы, дыхания, пищеварения, кровообращения, поддержания температуры тела, преодоления осмотических сил во время секреторных и выделительных процессов, поддержания мембранных потенциалов и др.

ОБМЕН ЭНЕРГИИ является особенностью, присущей каждой клетке. Богатые энергией питательные вещества усваиваются и химически преобразуются, а конечные продукты обмена веществ с более низким содержанием энергии выделяются из клетки. Организм должен получать энергию в доступной для него форме из окружающей среды и возвращать в среду соответствующее количество энергии в форме, пригодной для дальнейшего использования. Использование химической энергии в организме называют энергетическим обменом.

Традиционная единица энергии, применяемая в биологии - это калория. ее определяют как количество энергии, необходимой для повышения температуры 1г. воды на 1 С. При изучении энергетических процессов в организме животных и человека используют более крупную единицу килокалорию. (ккал), равную 1000 кал.

Организмы получают энергию из окружающей среды в виде потенциальной энергии, заключенной в химических связях молекул жиров, белков и углеводов. Сложные органические молекулы постепенно окисляются, выделяя энергию, высвобождающуюся при разрыве химических связей.

Энергетический эквивалент пищи - количество энергии, выделяемой при сгорании 1 г какого-либо вещества (углеводов - 4, 1 ккал, жиров - 9, 3 ккал, белков - 4, 1 ккал).

Дыхательный коэффициент - отношение объема выделенного углекислого газа к объему поглощенного кислорода. При окислении различных веществ он неодинаков: углеводов - 1, 0; жиров - 0, 7; белков - 0, 81.

Калорический эквивалент кислорода. - количество теплоты, высвобождающейся при потреблении 1 л кислорода. При сгорании

углеводов он равен 5, 05 ккал/л, жиров - 4, 69 ккал/л, белков - 4, 48 ккал/л.

ПРЯМАЯ БИОКАЛОРИМЕТРИЯ основана на вычислении теплопродукции организма в специальных изолированных камерах за единицу времени (с учетом разницы температуры поступающей и оттекающей жидкости между стенками биокалориметра, ее объема и теплоемкости). Однако этот метод используется очень редко, лишь в специальных исследованиях, так как он очень громоздкий и сложный.

НЕПРЯМАЯ БИОКАЛОРИМЕТРИЯ основана на оценке измерения поглощения кислорода в единицу времени (например при дыхании через спирометр регистрируется наклонная спирограмма, позволяющая определить расход кислорода за единицу времени). А далее результаты должны быть приведены в соответствие со стандартными условиями (стандартная температура, давление, влажность), для чего используют специальные линейки, таблицы, номограммы.

Энергетический обмен организма складывается из основного обмена и рабочей прибавки к нему. Исходной величиной уровня обменных процессов является основной обмен. Для его определения предусматривают следующие условия: утром, в покое, натощак (последний прием пищи 12 часов назад), при температуре комфорта (22 - 24 С). Указанные стандартные условия определения основного обмена характеризуют те факторы, которые могут влиять на интенсивность процессов обмена у человека. Известно, например, что интенсивность обмена веществ подвержена суточным колебаниям. Она возрастает утром и снижается в ночное время. Интенсивность обмена возрастает также при физической и умственной работе. Существенное влияние на уровень обмена оказывает потребление питательных веществ и их дальнейшее переваривание, особенно, если питательные вещества имеют белковую природу.

Даже при полном и строгом соблюдении стандартных условий величина основного обмена у здоровых людей может варьировать. Эта вариабельность объясняется различиями в возрасте, поле, росте и массе тела. В среднем величина основного обмена для человека массой 70 кг соответствует 1700 ккал/сутки. У женщин на 5 - 10% ниже.

Если к величине основного обмена добавить то, что называется рабочей прибавкой (затраты энергии, связанные с тем или иным видом трудовой деятельности), то мы получим величину, называемую общим обменом энергии. Его уровень будет зависеть от энергетической шкалы, предусмотренной для различных групп

населения. В настоящее время выделяют 6 групп: 1 группа - служащие. - мужчины - 2500 - 2800 ккал/сутки, женщины - 2200 - 2400 ккал/сутки; 11 группа - рабочие с применением механизированного труда. - мужчины - 2750 - 3000 ккал/сутки, женщины - 2350 - 2550 ккал/сутки; 111 группа - рабочие с частично механизированным трудом. - мужчины - 2950 - 3200 ккал/сутки, женщины - 2500 - 2700 ккал/сутки; IV группа - рабочие с ручными видами труда. - мужчины - 3450 - 3700 ккал/сутки, женщины - 2900 - 3150 ккал/сутки; V группа - рабочие тяжелого вида труда. - мужчины - 3900 - 4300 ккал/сутки; VI группа - неработающие пенсионеры. - их энергозатраты должны быть не выше 1 группы.

В условиях умственной работы интенсивность обмена веществ также увеличивается. Однако это мало связано с усиленной деятельностью мозга. Известно, что даже в период сна в тканях мозга не происходит заметных изменений интенсивности метаболических процессов. Очевидно, причиной увеличения обмена веществ во время умственной работы является рефлекторное увеличение мышечного тонуса, сопровождающего умственную деятельность.

ТЕПЛООБМЕН И РЕГУЛЯЦИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА

Температура оказывает существенное влияние на протекание жизненных процессов в организме. Физико - химической основой этого влияния является изменений скорости протекания химических реакций. Поэтому температура тела влияет на активность его клеток. Температура тканей организма определяется соотношением скорости метаболической теплопродукции их клеточных структуры скорости рассеивания образующейся теплоты в окружающую среду. Следовательно, теплообмен между организмом и внешней средой является неотъемлемым условием существования живых организмов. Нарушение соотношения скоростей этих процессов приводит к изменению температуры тела. Существенное значение имеют эволюционно закрепленные механизмы, с помощью которых организмы проявляют устойчивость к более низким и более высоким температурам окружающей среды.

По механизму гомеостатирования организмы разделены на пойкилотермные (изменчивые). - не способные поддерживать температуру тела на постоянном уровне (иначе их еще называют холоднокровными - амфибии, рептилии и др.) и гомойотермные. (подобные, одинаковые) - способные поддерживать температуру тела на относительно постоянном уровне с суточными и сезонными колебаниями в пределах 2 С. Эту группу животных (сюда же относится

и человек) называют иначе теплокровными.

Постоянство температуры тела у человека может сохраняться лишь при условии динамического равновесия теплообразования и теплоотдачи. Такое равновесие осуществляется физиологическими механизмами терморегуляции, которую принято разделять на химическую и физическую.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ осуществляется путем усиления или ослабления интенсивности тканевого и клеточного метаболизма и выражается в изменении количества теплообразования. Источником тепла в организме являются многие органы и ткани, но их доля участия в теплообразовании различна. Наиболее интенсивное теплообразование в организме происходит в мышцах, печени, почках.

Физическая терморегуляция осуществляется за счет изменений теплоотдачи. Отдача тепла организмом происходит несколькими путями.

Теплоизлучение. (или радиация) состоит в том, что выделение тепла организмом происходит за счет инфракрасного излучения с поверхности тела. Основную массу тепла организм отдает именно таким путем. Так, например, в состоянии покоя отдача тепла за счет излучения составляет в среднем до 60%.

Теплопроводение. заключается в непосредственной отдаче тепла прилежащим к коже предметам. Оно тем интенсивнее, чем больше разница температур поверхности тела и прилежащих предметов. За счет теплопроводения организм теряет в среднем 15% тепла.

КОНВЕКЦИЯ осуществляется вследствие нагревания телом воздуха, находящегося в непосредственной близости к нему.

Испарение воды с поверхности тела и из легких происходит при выделении пота и в процессе дыхания. За счет испарения воды организм теряет в среднем 19% тепла.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ - поддержание постоянства температуры тела осуществляется по принципу саморегуляции. Рецепторные образования, раздражение которых рефлекторно включает процессы терморегуляции - это тепловые и холодовые рецепторы кожных покровов, слизистой оболочки дыхательных путей и внутренних органов. Структурой мозга, наиболее чувствительной к изменениям температуры крови, является гипоталамус.

Центр теплообразования расположен в каудальной части боковых ядер гипоталамуса.

Температура тела человека в норме составляет около 37 град. С. В медицинской практике наиболее распространенным методом измерения температуры является измерение ее в закрытом

пространстве подмышечной впадины. Однако, это требует около 10 минут времени, в течение которых температура подмышечной впадины поднимется до температуры внутри тела. При этом надо иметь ввиду, что в подмышечной впадине температура обычно ниже внутренней на 0,5 град. С.

Во временном отношении внутренняя температура не постоянна. К 16 - 18 часам она максимальная (колебания в пределах 0,5 - 1,0 град. С), к 4 часам утра - минимальная.

Существует такое понятие как летальная температура. Если температура тела ниже нормальной более чем на 2 град. С то возникает явление гипотермии. У человека снижение температуры ниже 35 град С приводит к нарушению поведения, при 31 град. С - потере сознания, при 24 - 26 град. С - смерть из-за нарушения автоматии сердца. Если температура тела повышается (гипертермия), то это тоже может привести к нарушению жизнедеятельности. При возрастании температуры тела до 39 - 41 град. С начинается бред. Выше 41 град. С может наступить тепловой удар. При 43 град. С - летальный исход.

Важное значение в терморегуляции имеет работа потовых желез. Общее количество потовых желез около 2,5 млн. Больше всего их на лице, ладонях, подошве, подмышечных впадинах. Имеется непрерывное потоотделение, которое называется незаметным. Пот при нем испаряется с поверхности кожи сразу же после выделения.

ПИТАНИЕ

Питание - это процесс усвоения организмом веществ, необходимых для построения и обновления тканей его тела, а также для покрытия энергетических затрат. В состав пищи должны входить органические вещества, подавляющая часть которых относится к белкам, липидам, углеводам. Продукты их гидролиза - аминокислоты, жирные кислоты, глицерин, моносахара - тратятся на энергообеспечение организма. Как энергоносители пищевые вещества могут взаимозаменяться в соответствии с энергетической ценностью. Белки и углеводы имеют одинаковую энергетическую ценность (4,1 ккал/г), жиры - несколько большую (9,3 ккал/г).

Для нормального функционирования всех процессов в организме питание должно быть рациональным. Основа рационального питания - сбалансированность, т. е. оптимальное соотношение компонентов пищи. Однообразное питание вызывает нарушение обмена веществ. Для человека сбалансированное питание должно включать белки, жиры и углеводы в весовой пропорции примерно 1:1:4.

(В, С, Р). Источником жирорастворимых витаминов являются: продукты животного происхождения (печень), растительное масло, зеленые листья овощей. Носителями водорастворимых витаминов являются продукты питания растительного происхождения - зерновые, бобовые, овощи, фрукты, ягоды. Существуют и исключения (никотиновая кислота - животного происхождения).

Одни витамины являются устойчивыми к разрушению, другие - легко превращаются в неактивную форму при хранении и пищевой переработке. Поэтому, для ряда витаминов (прежде всего для аскорбиновой кислоты) носителями должны быть свежие продукты питания. Недостаточность суточной дозы одного или группы витаминов приводит к нарушению обмена веществ, болезням, а в ряде случаев и к гибели. Нарушение нормального функционирования организма при недостаточном введении с пищей одного или иного витамина называют гиповитаминозом., а при полном его отсутствии в пище - авитаминозом. Для жирорастворимых витаминов характерны и гипervитаминозы.

Наконец, для нормального жизнеобеспечения в организм с питанием должны поступать неорганические соединения, микроэлементы и вода. Организм нуждается в ряде неорганических ионов (Са, К, Na, Мо, и др.), микроэлементах.

Вода поступает в организм в виде: свободном и связанном в составе пищевых продуктов. Взрослый человек в обычных условиях потребляет в сутки до 2, 5 л воды. Вода необходима не только для поддержания изотонического состояния жидких сред организма, но и для выделения шлаков с мочой. Человек в течение суток теряет около 1, 5 л воды с мочой и 0, 9 л - в виде испарения через легкие и кожу (без потоотделения) и примерно 0, 1 л с калом.

Таким образом, составляя пищевой рацион, необходимо учитывать следующие моменты: калорийность пищевого рациона должна полностью покрывать энергетические затраты организма, которые определяются видом трудовой деятельности; необходимо учитывать энергетическую ценность питательных веществ; в пищевом рационе должно содержаться оптимальное для данного вида труда количество белков, жиров, углеводов; пищевой рацион должен полностью покрывать потребности организма в витаминах, минеральных солях и в воде; пища должна содержать полноценные и неполноценные белки; рекомендуется включать в пищевой рацион около 1/3 суточной нормы белков и жиров животного происхождения; необходимо учитывать всасываемость различных веществ; лучшее усвоение питательных веществ обеспечивается правильным режимом питания.

ПИЩЕВАРЕНИЕ

Потребности организма в энергии, пластическом материале и элементах, необходимых для формирования внутренней среды, удовлетворяются пищеварительной системой. Исполнительные элементы пищеварительной системы объединены в пищеварительную трубку с примыкающими к ней компактными железистыми образованиями (слюнные, поджелудочная железы, печень) и именуется желудочно - кишечным трактом.

Функции желудочно - кишечного тракта направлены на достижение конечного результата деятельности пищеварительной системы, которым является гидролиз пищевых веществ (белков, жиров, углеводов) до мономеров (аминокислот, моноглицеридов и жирных кислот, моносахаридов) и транспорт их из пищеварительного канала во внутреннюю среду организма. Эти процессы реализуются при участии секреторной и моторной функций желудочно - кишечного тракта. Секреторные клетки последнего продуцируют пищеварительные ферменты, обеспечивающие гидролитическое расщепление (переваривание) белков, жиров и углеводов. Гидролиз пищевых веществ начинается в просвете желудочно - кишечного тракта и заканчивается на мембранах кишечника, где происходит сопряжение процессов пищеварения и всасывания.

Моторная функция пищеварительного тракта направлена на механическую обработку потребляемой пищи, перемешивание содержимого в той или иной части тракта, обеспечение контакта переваривающих веществ с гидролитическими ферментами, на продвижение содержимого по пищеварительному каналу и выведение наружу непереваренных остатков (экскрементов). Структурно - функциональная организация пищеварительной системы сформировалась в результате длительного эволюционного развития и потому мы различаем в работе пищеварительного тракта три варианта (типа) пищеварения: внутриклеточное, внеклеточное (дистантное) и мембранное (пристеночное, контактное). Внутриклеточное - это тот случай, когда гидролиз пищевых продуктов осуществляется внутри клетки. У человека этот тип пищеварения имеет ограниченный характер и выполняет защитные функции (фагоцитоз). **ВНЕКЛЕТОЧНОЕ** пищеварение осуществляется в специальных полостях (ротовая, желудочная, кишечник). При данном типе пищеварения ферменты, синтезированные секреторными

клетками, выделяются во внеклеточную среду (полость), где осуществляется гидролитическое расщепление продуктов. Мембранное пищеварение занимает промежуточное положение между вне и внутриклеточным и осуществляется ферментами, локализованными на структурах мембран клеток тонкого кишечника.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ПОЛОСТИ РТА

Процессы пищеварения начинаются в ротовой полости, которая является передним отделом пищеварительного тракта. Функции ротовой полости делятся на две группы: специфические и неспецифические.

Пищеварительными или специфическими функциями полости рта мы называем те функции, которые направлены на обеспечение приема, механической обработки пищи и начальные стадии гидролиза углеводов и, возможно, других пищевых веществ, а также формирование пищевого комка, пригодного для продвижения по пищеварительному каналу.

К специфическим функциям ротовой полости относятся:

1. Оценка степени пригодности пищи для удовлетворения потребностей организма - эта функция осуществляется системой рецепторов (хеморецепторы, механорецепторы, терморецепторы и специфических вкусовых рецепторов);

2. Определение вкусовых качеств пищи;

3. Механическая обработка пищи (откусывание, измельчение, перемалывание, перетирание, смешивание со слюной и формирование пищевого комка);

4. Глотание;

5. Начало химической обработки пищи;

6. Всосывание некоторых веществ (лекарств, солей тяжелых металлов, токсичных).

Взаимосвязь ротовой полости с другими органами пищеварения. Ротовая полость является начальным звеном рефлекторных реакций, влияющих на секрецию пищеварительных желез и моторику желудочно-кишечного тракта. Раздражение рецепторного аппарата ротовой полости стимулирует образование желудочного и кишечного сока, секреторную функцию поджелудочной железы и выход желчи из желчного пузыря, возбуждает двигательную активность пищеварительной системы.

Ротовая полость активно участвует в формировании

поведенческих реакций, направленных на поиски, добычу и усвоение пищи, и, в ряде случаев, на психоэмоциональное состояние человека.

Патологические процессы, развивающиеся в органах полости рта, могут способствовать возникновению некоторых заболеваний внутренних органов, вызывать или поддерживать различные осложнения.

Слюнные железы. относятся к секреторным органам полости рта. В слизистой оболочке полости рта находятся многочисленные мелкие железы (губные, щечные, небные, язычные); они выделяют секрет, содержащий слизь, на поверхность слизистой оболочки. Кроме того, имеются трипары крупных слюнных желез - околоушная, подчелюстная и подъязычная железы, протоки которых открываются также в полость рта.

Слюна - это смесь секретов трех пар больших, а также малых слюнных желез. К секрету, выделяемому из выводных протоков слюнных желез, примешиваются эпителиальные клетки, частицы пищи, иногда лимфоциты, слизь, нейтрофильные лейкоциты, микроорганизмы. Такая слюна, смешанная с различными включениями, называется ротовой жидкостью.

СОСТАВ СЛЮНЫ :

В сутки у человека продуцируется 0,8 - 1,5 л слюны, вязкость 1,1 - 1,32, рН слюны колеблется от 5,8 до 7,4.

Смешанная слюна человек содержит 99,4 - 99,5% воды, остальное сухой остаток, который состоит из органических и неорганических веществ.

Неорганические вещества. слюны представлены минеральными веществами: анионами хлоридов, фосфатов, бикарбонатов, йодидов, бромидов, сульфатов. В слюне имеются катионы натрия, калия, кальция и микроэлементы - железо, медь, никель и др.

Органические вещества. представлены, главным образом, белками (альбуминами, глобулинами, ферментами). Кроме этого в слюне находятся азотсодержащие компоненты, представляющие конечные продукты обмена: мочевины, креатинин, свободные аминокислоты, бактерицидные вещества - лизоцим, агглютиногены, имеющие групповую и видовую специфичность, витамины и антибиотики.

Под влиянием ферментов слюны в полости рта происходит химическая обработка пищи. Она заключается в том, что полисахариды (крахмал, гликоген) превращаются амилазой слюны в мальтозу, затем фермент мальтаза (также находится в слюне)

расщепляет мальтозу до глюкозы. Действие амилазы в полости рта кратковременно, однако гидролиз углеводов под ее воздействием может какое - то время продолжаться и в желудке. Когда же содержимое желудка под воздействием соляной кислоты приобретает кислую реакцию, амилаза инактивируется и прекращает свое действие. Несмотря на то, что пища в полости рта находится кратковременно, пищеварение в ней важно для дальнейших процессов. Слюна, расщепляя пищевые вещества, делает их доступными для рецепторов вкуса, что способствует формированию вкусовых ощущений и влияет на аппетит.

СЛЮНООТДЕЛЕНИЕ является неотъемлемым компонентом жевательного и глотательного актов. Включение слюнных желез в аппарат функциональной системы жевания осуществляется по рефлекторному принципу.

АФФЕРЕНТНЫЙ ПУТЬ двигательного и секреторного компонентов акта жевания является общим. Основным рецептивным полем для слюноотделительного рефлекса является слизистая оболочка полости рта. Слюноотделение может иметь не только безусловнорефлекторный, но и условнорефлекторный характер (при виде, запахе пищи, разговоре о ней и т. п.). Центр слюноотделения находится в продолговатом мозгу и представлен верхними и нижними слюноотделительными ядрами. Слюноотделительный центр функционально взаимодействует с центрами потоотделения, дыхания, сосудодвигательным и другими.

ЭФФЕРЕНТНЫЙ ПУТЬ слюноотделения представлен волокнами парасимпатических и симпатических нервов. Парасимпатическая иннервация осуществляется от верхнего и нижнего слюноотделительных ядер.

Ядра симпатического отдела вегетативной нервной системы расположены в боковых рогах 2 - 6 грудных сегментов спинного мозга. Возбуждение от них по преганглионарным волокнам поступает в верхний шейный симпатический узел, а затем по постганглионарным волокнам по ходу наружной сонной артерии (наружные сонные нервы) достигает слюнных желез.

Возбуждение парасимпатических волокон, иннервирующих слюнные железы, вызывает обильную секрецию слюны, содержащей много солей и сравнительно мало органических веществ. Раздражение симпатических волокон приводит к выделению небольшого количества слюны; богатой органическими веществами и содержащей относительно мало солей.

В регуляции слюноотделения значительная роль принадлежит и гуморальным факторам - гормонам гипофиза, надпочечников, поджелудочной и щитовидной желез, метаболитам. Гуморальные факторы регулируют активность слюнных желез разными путями, действуя либо на периферический аппарат (секреторные клетки, синапсы), либо непосредственно на нервные центры головного мозга.

Образование слюны уменьшается при депрессии, лихорадочных состояниях, значительной потере жидкости, систематическом употреблении снотворных препаратов, сахарном диабете, анемии, уремии, системном заболевании слюнных желез. Рефлекторное увеличение слюноотделения происходит при болезненных процессах в полости рта (гингивитах, стоматитах), а также при язве двенадцатиперстной кишки, панкреатите. Увеличение слюноотделения наблюдается при приеме некоторых лекарственных средств (пилокарпин, физостигмин и др.).

При острых воспалительных заболеваниях слюнных желез больные предъявляют жалобы на боли в полости рта колющего характера, связанные с приемом пищи, усиливающиеся при глотании.

ВСАСЫВАНИЕ является одной из пищеварительных функций полости рта. Всасывание обусловлено наличием постоянно увлажненного эпителия и близко расположенными к поверхности слизистой оболочки кровеносными сосудами. Всасывающая способность слизистой оболочки неодинакова в различных ее участках для разных веществ. Она проницаема для йода, натрия, калия, некоторых аминокислот, карбонатов, алкоголя, антибиотиков, валидола, глицерина и др. Это свойство используется в клинической практике для введения лекарственных веществ в организм. При этом необходимо учитывать, что нормальная слизистая оболочка всасывает лекарственные вещества быстрее, чем патологически измененная. Степень проницаемости слизистой оболочки можно менять, воздействуя на нее дубящими препаратами.

ГЛОТАНИЕ - это рефлекторный акт, который заключается в строго координационной деятельности мышечного аппарата языка, глотки и пищевода и обуславливает перевод пищевого комка из ротовой полости в пищевод. По пищеводу пища направляется в желудок, где подвергается дальнейшей механической и химической переработке.

Глотательный рефлекс возникает при раздражении локализованных в слизистой оболочке мягкого неба и глотки

рецепторных окончаний тройничного нерва, верхнего и нижнего гортанных и языкоглоточного нервов. По афферентным волокнам возбуждение передается в центр глотания. Эфферентными путями акта глотания являются волокна верхнего и нижнего глоточных, возвратного и блуждающего нервов, которые направляются к мышцам, принимающим участие в акте глотания.

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ЖЕЛУДКЕ

Поступившая в желудок пища находится в нем в течение нескольких часов и лишь постепенно переходит в кишечник. Желудок выполняет роль своеобразного депо пищи, в котором может содержаться ее большой объем. Здесь происходит дальнейшая химическая обработка пищи под влиянием сока, выделяемого железами желудка.

ЖЕЛУДОЧНЫЙ СОК продуцируется неоднородными в морфологическом отношении клетками, входящими в состав желудочных желез и клетками поверхностного эпителия. Железы, располагающиеся в области дна и тела желудка, содержат клетки трех типов: обкладочные (продуцируют соляную кислоту), главные (вырабатывают комплекс протеолитических ферментов), добавочные (секретируют слизь, мукополисахариды, гастромукопротеин и бикарбонат). В антральном отделе желудка железы состоят в основном из мукоидных клеток.

Секреторные клетки дна и тела желудка выделяют кислый и щелочной секрет, а клетки антрального отдела - только щелочной. У человека объем суточной секреции желудочного сока составляет до 3, 0 литров. Натощак реакция желудочного сока нейтральная или щелочная, после приема пищи - сильноокислая (до 0, 8 - 1, 5).

В главных клетках желез желудка синтезируется пепсиноген, из которого образуется фермент ПЕПСИН, являющийся главным гидролитическим (протеолитическим) ферментом желудочного сока. Активация пепсина происходит под влиянием соляной кислоты (в начальных этапах, а далее это осуществляется аутокаталитически - пепсин сам активирует его образование). Под пепсином понимают целую смесь протеолитических ферментов (т. е. различают несколько пепсинов - А, В, С, Д и т. д.). Пепсин расщепляет белки до полипептидов. Здесь гидролизуются около 10% пептидных связей.

В добавочных клетках продуцируется слизь, состоящая из гликопротеинов, муцин высвобождается и образует слой слизи, тесно

прилегающий к клеточной поверхности. Вместе с муцином слизистые клетки продуцируют бикарбонат. Предполагают, что мукозно - бикарбонатный барьер играет важную роль в предотвращении повреждающего воздействия на слизистую оболочку желудка соляной кислоты и пепсина.

Добавочными клетками продуцируется соляная кислота. Она играет важную роль в пищеварении: способствует денатурации и перевариванию белков, створаживанию молочных продуктов, нейтрализует ферменты слюны, способствует переходу пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку, активирует ряд ферментов пищеварительной системы и ее гормоны, способствует моторике желудочно - кишечного тракта, имеет отношение к регуляции желчевыделения и другие.

РЕГУЛЯЦИЯ ЖЕЛУДОЧНОЙ СЕКРЕЦИИ осуществляется в три фазы:

сложно - рефлекторную, желудочную и кишечную. Сложно - рефлекторная включает в себя все факторы, сопровождающие прием пищи: условные рефлексы, возникающие на вид, запах пищи, обстановку, предшествующую ее приему; безусловные рефлексы, возникающие при жевании и глотании. Во всех этих случаях информация по различным афферентным путям (в зависимости от рецептивного поля, индуцирующего эту реакцию - рецепторов глаз, уха, обонятельных, вкусовых и т. п.) достигает продолговатого мозга, где расположен центр регуляции отделения желудочного сока, от него по эфферентным (блуждающему и симпатическому нерву) путям к желудку. В результате превалирования тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы желудочное сокоотделение возрастает, а симпатического - уменьшается.

В желудочной фазе также имеют место рефлекторные влияния, но они носят замкнутый характер в пределах работы блуждающего нерва (афферентные и эфферентные пути) в связи с растяжением желудка. Однако наибольшее значение в этой фазе желудочного сокоотделения играют вещества, вырабатываемые в различных клетках желудка: в клетках "С" пилорической части желудка - ГАСТРИН (имеется до 30 видов, действует на главные и обкладочные клетки, вырабатывается в виде прогастрина, активируется соляной кислотой); клетки "Д" вырабатывают соматостатин (пилорическая часть желудка), тормозит желудочную секрецию; клетки "Р" (пилорическая часть желудка) вырабатывают гормон бомбезин, увеличивает действие гастрина и моторную деятельность желудочно кишечного тракта.

Кишечная фаза является результатом поступления содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку. На желудочную секрецию в этом случае влияет выделение из слизистой этого отдела кишечника гормонов энтерогастрина и секретина. Торможение желудочной секреции возникает при поступлении в двенадцатиперстную кишку жира.

Среди факторов, влияющих на желудочную секрецию, существенное значение имеют эмоциональное возбуждение и стресс. Вероятно, именно в этом случае проявляется адренергическое влияние на желудочную секрецию. Показано, что активация симпатoadrenalовой системы может приводить к угнетению секреции соляной кислоты. Однако, известно, что если одни виды эмоционального возбуждения (страх, тоска) вызывают торможение, то другие (раздражение, ярость) - усиление секреторной функции желудка.

Моторная функция желудка обеспечивается сокращением гладких мышечных волокон стенки желудка. Комок пищи, попадая в нижний конец пищевода, раздражает его слизистую оболочку, что вызывает рефлекторное раскрытие кардиального сфинктера, который у взрослых всегда зажимает вход в желудок и поэтому содержимое желудка не может выпасть при переворачивании вниз головой.

Переход пищи из желудка в кишечник через пилорический сфинктер рефлекторно регулируется благодаря химическому раздражению рецепторов желудка и кишечника.

По блуждающим нервам вызывается усиление сокращений, а по симпатическим - торможение сокращений мускулатуры желудка. Аfferентные волокна, несущие импульсы из рецепторов желудка, проходят в симпатических и, главным образом, в блуждающих нервах. Существует не только безусловнорефлекторная, но и условнорефлекторная регуляция движений желудка. На мускулатуру желудка оказывают влияние и гуморальные факторы: адреналин, норадреналин, энтерогастрин (тормозят); ацетилхолин, гастрин, гистамин (усиливают).

В ненормальных условиях перистальтика направлена в сторону пищевода. Такие движения называются антиперистальтическими и при раскрытии сфинктеров желудка приводят к извержению пищевых масс - рвоте. Рвота - сложный координированный акт. Она начинается с сокращения гладкой мускулатуры кишечника и раскрытия пилорического сфинктера, что приводит к забрасыванию пищевых масс в желудок. Рвота вызывается рефлекторно - при раздражениях

рецепторов пищеварительного канала и автоматически - при действии через кровь некоторых веществ на нервный центр рвоты. Рвоту вызывают также условные раздражители (например, вид пищи, вызываемой отвращение, при раздражении этой пищей органов обоняния и вкуса).

ПИЩЕВАРЕНИЕ В ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНОЙ КИШКЕ

Двенадцатиперстная кишка - центральный участок пищеварительного тракта, в котором пища, поступающая из желудка, подвергается обработке тремя пищеварительными соками: поджелудочным, желчью и кишечным. Когда пищевые массы не поступают из желудка, содержимое двенадцатиперстной кишки имеет слабощелочную реакцию (в среднем 7, 2 - 8, 0). При поступлении кислых пищеварительных масс из желудка содержимое двенадцатиперстной кишки становится кислым до момента нейтрализации его щелочными соками, поступающими в кишку. рН в двенадцатиперстной кишке человека колеблется в среднем 7, 5 - 8, 8.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПОДЖЕЛУДОЧНОГО СОКА

Поджелудочный сок человека - бесцветная прозрачная жидкость, содержащая 98, 7% воды, щелочной реакции (рН от 7, 5 до 8, 5), которая зависит от двууглекислого натрия. Поэтому потеря значительных количеств сока вызывает нарушения щелочно - кислого равновесия. Главную массу плотных веществ, количество которых доходит до 10%, составляют белки. В поджелудочном соке содержатся ферменты: протеолитические, амилалитические и липолитические.

Протеолитические ферменты, поджелудочного сока трипсиноген (под влиянием фермента кишечного сока энтерокиназы активируется в трипсин). Неактивный химотрипсиноген переходит в химотрипсин под влиянием энтерокиназы и трипсина. Трипсин расщепляет целые белки и продукты их распада - альбумозы и пептоны - до конечных продуктов, пригодных для всасывания - аминокислот.

Есть в поджелудочном соке протеолитический фермент эрепсин, выделяется в активной форме, не действует на целые белки, а расщепляет пептоны и альбумозы до аминокислот.

АМИЛОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ поджелудочного сока: амилаза (расщепляет крахмал до дисахаридов), мальтаза (расщепляет дисахариды до моносахаридов), лактаза (расщепляет молочный сахар до моносахаров), инвертаза (расщепляет тростниковый сахар).

ЛИПОЛИТИЧЕСКИЕ ФЕРМЕНТЫ - липаза, выделяется в неактивном состоянии (активируется желчными кислотами), расщепляет жиры до глицерина и жирных кислот.

Естественным регулятором секреции поджелудочной железы является прием пищи. Различают начальную (сложнорефлекторную) фазу отделения поджелудочного сока, которая возникает при виде, запахе пищи (условнорефлекторный механизм) и жевании и глотании (безусловнорефлекторный механизм). Эфферентные пути этих рефлексов проходят в составе блуждающих нервов. В формировании этой фазы регуляции отделения поджелудочного сока могут принимать участие механизмы, связанные с рефлекторными влияниями блуждающего нерва.

Поступление содержимого желудка в двенадцатиперстную кишку обуславливает воздействие на ее слизистую оболочку соляной кислоты и продуктов переваривания жира и белка, что вызывает освобождение гормонов секретина и холецистокинина (кишечная гуморальная фаза отделения поджелудочного сока).

Секретин всасывается в кровь и приносится ею к клеткам поджелудочной железы, что вызывает отделение поджелудочного сока. Наибольшее количество секретина содержится в двенадцатиперстной кишке, меньше - в подвздошной кишке. Гормон поступает в кровь при действии механических и преимущественно химических раздражителей слизистой оболочки, из которых главнейшей является соляная кислота. Секретин, раздражая рецепторы кишечника, вызывает рефлекторные изменения кровяного давления и дыхания.

Кроме секретина важным стимулятором поджелудочного сокоотделения является холецистокинин. Он высвобождается из слизистой оболочки двенадцатиперстной кишки под влиянием продуктов переваривания жира и белка. Этот гормон является сильным стимулятором секреции поджелудочной железы и лишь незначительно усиливает секрецию бикарбоната. Секретин, наоборот, стимулирует преимущественно секрецию бикарбоната, слабо потенцирует выделение ферментов. Оба они взаимно потенцируют действие друг друга.

ЖЕЛЧЕОТДЕЛЕНИЕ И ЖЕЛЧЕВЫДЕЛЕНИЕ

ЖЕЛЧЕОТДЕЛЕНИЕ - это процесс образования желчи печенью, образование желчи происходит непрерывно как путем фильтрации

ряда веществ (вода, глюкоза, электролиты и др.) из крови в желчные капилляры, так и посредством активной секреции клетками печени (гепатоцитами) солей желчных кислот и ионов Na. Окончательное формирование желчи происходит в результате реабсорбции воды и минеральных солей в желчных капиллярах, протоках и желчном пузыре.

Желчь содержит подукты не только секреторной, но и экскреторной деятельности печени, направленной на выделение из организма ряда веществ. У человека за сутки образуется 0,5 - 1,5 л желчи. Основными компонентами желчи являются желчные кислоты, пигменты и холестерин. pH печеночной желчи составляет 7,3 - 8,0, пузырной - 6,0 - 7,0.

Различают первичные и вторичные желчные кислоты. Первичные - холевая, хенодезоксихолевая - образующиеся в гепатоцитах из холестерина, соединяются с глицином или таурином и выделяются в виде натриевой соли гликохолевой и калиевой соли таурохолевой кислот. В кишечнике под влиянием бактериальной флоры они превращаются во вторичные желчные кислоты - дезоксихолевую и литохолевую. До 90% желчных кислот активно реабсорбируются из кишечника в кровь, по портальным сосудам возвращаются в печень.

ЖЕЛЧНЫЕ ПИГМЕНТЫ (билирубин, биливердин) представляют собой экскретируемые печенью продукты распада гемоглобина. Именно они придают желчи ее характерную окраску. У человека преобладает билирубин, определяющий золотисто - желтый цвет желчи.

Процесс образования желчи усиливается в результате приема пищи. Наиболее сильным стимулятором желчеобразования является гормон секретин, под влиянием которого усиливается объем секреции и выделение в составе желчи бикарбоната. На процесс желчеобразования существенное влияние оказывают всасывающиеся в кровь из тонкой кишки желчные кислоты: они увеличивают объем желчи и содержание в ней органических компонентов.

ЖЕЛЧЕВЫДЕЛЕНИЕ - в отличие от желчеотделения является периодическим процессом, связанным в основном с приемом пищи. Движение желчи обусловлено градиентом давления в желчевыделительной системе и в полости двенадцатиперстной кишки. Давление в путях оттока желчи создается за счет самого процесса желчеобразования, сокращений гладких мышц протоков и желчного пузыря. Эти сокращения согласованы с активностью трех

сфинктеров, располагающихся в месте слияния общего желчного и пузырного протоков, в шейке желчного пузыря и в концевом отделе общего желчного протока (сфинктер Одди). Основным стимулятором сократительной активности желчного пузыря является холецистокинин. Сильным возбудителем желчевыделения являются яичные желтки, молоко, мясо, жиры. Прием пищи и связанные с ним условно - и безусловнорефлекторные акты вызывают активацию желчевыделения. Вначале происходит первичная реакция: желчный пузырь расслабляется, а затем сокращается. Через 7 - 10 минут после приема пищи наступает основной период эвакуаторной деятельности желчного пузыря, который характеризуется чередованием эпизодов сокращения и расслабления и длится 3 - 6 часов. После его окончания сократительная активность желчного пузыря тормозится и в нем снова начинает депонироваться печеночная желчь.

Значение желчи в пищеварении состоит в том, что она: эмульгирует жиры, что значительно ускоряет их переваривание; способна переводить значительное количество жиров в растворимую в воде форму, что также способствует перевариванию жиров и их всасыванию; связывает пепсин, что предохраняет трипсин от разрушения его пепсином; усиливает действие протеолитических, липолитических и амилолитических ферментов поджелудочного сока; содержит небольшое количество амилолитических и протеолитических ферментов; тормозит действие микробов и их размножение, что задерживает гниение в кишечнике; усиливает движения кишечника; усиливает секрецию поджелудочного и кишечного сока; способствует всасыванию железа, меди; что важно для регуляции эритропоза; регулирует выработку самой желчи.

СОСТАВ И СВОЙСТВА КИШЕЧНОГО СОКА.

В стенке двенадцатиперстной кишки имеются бруннеровы железы, которые продуцируют кишечный сок. Вместе с кишечным соком других отделов тонкого кишечника (вырабатываемым в люберкиновых железах) получается его общее количество до 2, 5 л в сутки. Его pH - 7, 2 - 7, 5, при усилении секреции может достигать 8, 6. Значительная часть сока состоит из слизи и отторгнутых эпителиальных клеток. Клетки кишечного эпителия обновляются за сравнительно короткий срок. В течение примерно 24 - 36 часов они перемещаются из крипт слизистой оболочки к вершине ворсинок, оттуда и отторгаются через 3 суток после начала процесса. Состав ферментов кишечного сока колеблется в зависимости от состава пищи, в этом соке более 20 различных пищеварительных ферментов.

Их выделение активируется в основном гуморально - химическим механизмом, в котором можно выделить гормоны (секретинвазоактивный интестинальный пептид), медиаторы (ацетилхолин) и химические вещества (НСI, продукты переваривания белков и жиров). Тормозят кишечную секрецию - адреналин, норадреналин, соматостатин.

Таким образом, двенадцатиперстная кишка является существенным органом пищеварения, в котором осуществляется переваривание практически всех продуктов. Она же является и мощной железой внутренней секреции, так как продуцирует более 50 гормонов.

ПИЩЕВАРИНИЕ В ТОНКОМ КИШЕЧНИКЕ

Вдоль всей слизистой оболочки тонкой кишки заложены либеркюновы железы, выделяющие кишечный сок, дополняющий своим действием переваривание пищевых веществ, происходящее в двенадцатиперстной кишке.

Кишечный сок представляет собой бесцветную жидкость, мутноватую от примеси слизи, эпителиальных клеток, кристаллов холестерина. Этот сок содержит хлористый натрий и небольшое количество углекислых солей, имеет щелочную реакцию. В нем содержатся ферменты: энтерокиназа, действующая на трипсиноген и переводящая его в трипсин; пептидазы (амино -, ди - и др.), расщепляющие белки до аминокислот; амилаза, липаза и другие.

Регуляция секреции этих желез осуществляется преимущественно гуморально - химическим путем. Она возбуждается особым гормоном тонкого кишечника - энтерокрином, а также некоторыми другими продуктами переваривания пищевых веществ.

Особое место в пищеварении этого отдела отводится мембранному пищеварению. Мембранное (пристеночное) пищеварение осуществляется в зоне щеточной каймы, которая образована микроворсинками - выростами цитоплазмы, ограниченными мембраной. Щеточная кайма - универсальная структура, на ее апикальной части находится около 3 - 4 тысяч микроворсинок. Внешняя поверхность плазматической мембраны энтероцитов покрыта гликокаликсом, состоящим из множества мукополисахаридных нитей. В гликокаликсе адсорбирован целый ряд пищеварительных ферментов.

Именно на внешней поверхности кишечных клеток, образующей щеточную кайму с гликокаликсом, осуществляется мембранное

пищеварение. Оно осуществляется ферментами, адсорбированными из полости тонкой кишки (секретируемые преимущественно поджелудочной железой), а также собственно кишечными ферментами, синтезируемыми в кишечных клетках (энтероцитах) и встроенными в мембрану.

Ферменты, адсорбированные на структурах кишечной слизистой оболочки, реализуют главным образом промежуточные стадии гидролиза всех основных пищевых веществ. Собственно кишечные ферменты мембраны энтероцитов осуществляют преимущественно заключительные стадии расщепления белков, углеводов и жиров. Активные центры ферментов ориентированы определенным образом по отношению к мембране и полости тонкой кишки. Вследствие этого свободная ориентация каталитических центров ферментов по отношению к гидролизуемым молекулам невозможна, что является характерной особенностью мембранного пищеварения. В зону мембранного пищеварения проникают преимущественно небольшие молекулы; бактерии в эту область попасть не могут.

Важным фактором пищеварения в тонком кишечнике является его моторная функция. Движения тонких кишок происходят в результате координированных сокращений поперечных и продольных мышечных волокон. Различают два типа движений кишок: маятникообразные и перистальтические. Маятникообразные движения проявляются в том, что на коротком участке кишка то укорачивается, то удлиняется и содержимое продвигается то в одном, то в другом направлении. Физиологическое значение этих движений заключается в том, что благодаря им перемешивается пища с пищеварительными соками.

Перистальтические движения состоят в том, что выше пищевой комка образуется за счет сокращения круговых волокон кольцевой перехват, а ниже за счет сокращения продольных мышц - расширение полости кишки. Благодаря таким сокращениям содержимое кишки передвигается к расширенному ее участку. Затем сокращение круговых мышечных волокон распространяется на этот участок, который суживается, ниже его кишка расширяется вследствие сокращения продольной мускулатуры. Иногда такая реакция осуществляется с большой скоростью и такие движения называют перистальтическими толчками (содержимое кишечника перебрасывается на большие расстояния, что сопровождается звуковыми явлениями в нем - урчание в животе).

Моторная функция тонкого кишечника регулируется нервно - рефлексорным и гуморальным механизмами. Влияние нервной

системы отчетливо проявляется при возникновении у человека эмоциональных состояний. Эмоции гнева, страха, боли приводят обычно к угнетению кишечных сокращений (возбуждение симпатической нервной системы). При некоторых сильных эмоциях, например при страхе, иногда наблюдается бурная перистальтика кишечника (нервный понос). Усиливаются перистальтические движения при превалировании тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Из гуморальных факторов можно выделить медиаторы (ацетилхолин усиливает, адреналин - тормозит моторную функцию кишечника), гормон энтерокринин (образуется в слизистой двенадцатиперстной кишки), желчь, секретин усиливают моторную функцию тонкого кишечника. Изменяют моторную функцию кишечника некоторые продукты переваривания.

ПИЩЕВАРИНИЕ В ТОЛСТОМ КИШЕЧНИКЕ

Из тонких кишок содержимое переходит в толстый кишечник. Этот переход осуществляется через илеоцекальный сфинктер, имеющий сложное строение и выполняющий роль клапана, пропускающего содержимое кишечника только в одном направлении. В отсутствие пищеварения этот сфинктер закрыт. После приема пищи через 1 - 4 минуты сфинктер начинает открываться и пищевая кашица небольшими порциями (до 15 мл) переходит из тонких кишок в слепую.

Для переваривания пищи толстая кишка имеет небольшое значение, так как пища почти полностью переваривается и всасывается уже в тонкой кишке, за исключением лишь некоторых веществ, например, клетчатки. В нормальных условиях лишь небольшое количество белков и углеводов перевариваются и всасываются в толстой кишке. Переваривание в этой кишке большей частью осуществляется ферментами, выделившимися в верхних отделах пищеварительного тракта. Однако в толстом кишечнике имеются и свои ферменты, но они очень слабые.

В толстом кишечнике находится много бактериальной флоры, вызывающей сбраживание углеводов и гниение белков. В результате микробного брожения происходит расщепление растительной клетчатки, на которую не действуют пищеварительные ферменты, вследствие чего она и не всасывается в тонких кишках и неизменной поступает в толстую.

Под влиянием вызывающих гниение бактерий в толстых кишках происходит разрушение невсосавшихся аминокислот и других

продуктов переваривания белков. При этом образуется ряд ядовитых для организма соединений: индол, скатол, фенол и др.; которые, всасываясь в кровь, способны вызывать интоксикацию (отравление) организма. Эти вещества обезвреживаются в печени. В толстых кишках происходит сгущение поступающего в них содержимого вследствие всасывания воды, здесь образуется кал, который имеет плотную консистенцию. В процессе формирования каловых масс большое значение имеют плотные вещества кишечного сока, а именно комочки слизи, которые склеивают частицы непереваренных остатков пищи.

В состав кала входят: слизь, остатки отмершего эпителия слизистой оболочки, холестерин, продукты изменения пигментов желчи, сообщающие калу характерный цвет, нерастворимые соли и бактерии. При нарушениях пищеварительных процессов и понижении усвоения пищевых веществ в кале обнаруживаются большие или меньшие количества белков, жиров и углеводов пищи.

В толстом кишечнике, кроме того, синтезируется витамин К, от концентрации и активности которого зависит образование ряда факторов свертывания крови. Их синтез особенно важен у новорожденных в связи со стерильностью пищеварительного тракта. Пока эта функция толстого кишечника у ребенка в связи с попаданием флоры не будет достаточно активизирована, у него возможны кровотечения, вплоть до летальных. В последние годы показано, что в толстом кишечнике возможен синтез незаменимых аминокислот.

МОТОРНАЯ ФУНКЦИЯ ТОЛСТОГО КИШЕЧНИКА весьма многообразна. Кроме тонических движений, присущих всем отделам пищеварительного тракта, в толстом кишечнике осуществляются маятникообразные, перистальтические и антиперистальтические движения. В конечном счете благодаря перистальтическим движениям каловые массы продвигаются в область прямой кишки и в определенный момент наступает их опорожнение (дефекация). Этот процесс развивается по следующей схеме: раздражение чувствительных нервов слизистой оболочки прямой кишки приводит к расслаблению внутреннего и наружного сфинктеров, открывается выход из прямой кишки и перистальтическими движениями толстой и прямой кишок кал выбрасывается. Этому способствуют происходящие при так называемом натуживании сокращения мышц брюшной стенки и диафрагмы, а также мышцы, поднимающей анальный сфинктер. Вследствие сокращения мышц брюшного пресса происходит значительное повышение внутрибрюшинного давления.

Центр рефлекса дефекации находится в сакральных отделах спинного мозга. Волевые влияния, задерживающие дефекацию, идут от коры головного мозга, по - видимому, от передней центральной извилины. Непроизвольное расслабление сфинктеров и дефекация могут происходить при некоторых эмоциональных состояниях, например, страхе.

ВСАСЫВАНИЕ. Всасыванием называется совокупность процессов, обеспечивающих перенос веществ через полупроницаемую мембрану в кровь или лимфу.

МЕХАНИЗМ ВСАСЫВАНИЯ - это сложный физиологический процесс, в результате которого различные вещества проходят через эпителиальную мембрану и поступают в кровь или лимфу. Этот процесс состоит из следующих реакций: фильтрации. (она зависит от величины гидростатического давления, создаваемого сокращением гладких мышц кишечной стенки), диффузии и осмоса. (законами осмоса можно объяснить всасывание воды из гипотонических растворов).

Различные вещества имеют свое место всасывания в пищеварительном тракте. Так, белки всасываются в виде аминокислот в тонких кишках в кровь. У детей иногда всасываются и более крупные белки, что сопровождается реакцией организма в виде диатезов. Всасывание жиров осуществляется в виде моноглицеридов и жирных кислот с участием желчных кислот в лимфу. Жирные кислоты с короткими цепями диффундируют из просвета кишечника в энтероциты и далее непосредственно в кровеное русло, минуя лимфатические сосуды. С всасыванием жиров тесно связано и всасывание витаминов А, Д, Е, К. Витамины же, растворимые в воде, всасываются посредством диффузии. Всасывание углеводов осуществляется в виде глюкозы (фруктозы и даже галактозы у детей при вскармливании молоком). Вода всасывается во всех отделах пищеварительного тракта в объеме до 8 - 10 л в сутки. В обеспечении переноса воды решающая роль принадлежит натрию.

СОСТОЯНИЯ ГОЛОДА, АППЕТИТА И ЖАЖДЫ.

Регуляция пищеварительной системы тесно связана с механизмами формирования целенаправленного пищевого поведения, в основе которого лежит чувство голода. Последнее рассматривают как мотивацию, направленную на устранение дискомфорта, связанного с недостатком питательных веществ в

организме. Центр голода находится в гипоталамусе, там же расположен (в его медиальной зоне) и центр насыщения. В возникновении чувства голода принимают участие нервные и гуморальные механизмы. Определенную роль в формировании ощущений, связанных с голодом, играет афферентная импульсация, поступающая в центральную нервную систему от рецепторов желудочно - кишечного тракта. В формировании голода принимают участие механорецепторы желудка. Чувство голода связано с понижением в крови содержания глюкозы, которая воздействует на специализированные рецепторы гипоталамуса - глюкорецепторы. Считают также, что в формировании голода играет роль усиление выхода липидов из жировых депо и истощение последних, снижение общей температуры.

НАСЫЩЕНИЕ появляется в результате потребления пищи. Оно возникает: в результате стимуляции обонятельных, вкусовых рецепторов, механорецепторов полости рта, глотки, пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки. Такое насыщение называют сенсорным. Имеет место и вторичное насыщение, связанное с поступлением продуктов гидролиза в кровь.

Важную роль в регуляции потребления пищи, возникновении чувства голода и насыщения играют пептидные гормоны (холецистокинин, соматостатин, бомбезин, кальцитонин - снижают, а пентагастрин, инсулин, окситоцин - повышают пищевое поведение).

АППЕТИТ - это эмоциональное ощущение, связанное со стремлением к потреблению пищи. Это ощущение может быть частью голода, но может возникать и самостоятельно, независимо от физиологических потребностей. В этом случае он является проявлением врожденной или приобретенной склонности к определенному виду пищи. Следует отметить, что прием пищи далеко не всегда у человека связан с чувством голода. Он может происходить и в связи с привычкой принимать пищу в определенное время.

Потеря воды, необходимой для нормального функционирования органов желудочно - кишечного тракта и всего организма, составляющая от 0, 5 до 1, 5% от массы тела, вызывает чувство жажды. Выведение воды из организма приводит к уменьшению ее содержания в межклеточном пространстве и клетках. Это влечет за собой повышение осмотического давления клеток и внеклеточной жидкости. Потеря воды приводит также к уменьшению секреции слюны, что обуславливает ощущение сухости во рту и глотке. Адекватным стимулом для возникновения чувства жажды является

уменьшение объема клеток и снижение объема внеклеточной жидкости. Жажда формируется участием различных типов рецепторов, расположенных на периферии и в центральной нервной системе. Основную роль в интеграции возникающей в них импульсации играет промежуточный мозг (гипоталамус). Обычным способом удовлетворения потребности организма в воде является питье.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ОРГАНИЗМЕ.

В процессе жизнедеятельности в организме образуются конечные продукты распада органических соединений, которые, как правило, являются токсичными, клетками не утилизируются и подлежат выведению из организма. К выделительным органам относятся почки, кожа, легкие, пищеварительный тракт.

Выделительная функция пищеварительного тракта заключается в том, что в условиях нормальной жизнедеятельности организма в пищеварительных соках всегда содержится некоторое количество продуктов распада белков. Их содержание резко возрастает при физических нагрузках, нарушениях обменных процессов и заболеваниях почек. При интоксикации организма солями тяжелых металлов пищеварительный тракт выполняет ведущую роль по их выведению из организма. Пищеварительный тракт выделяет также желчные кислоты, холестерин, некоторые лекарственные вещества.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ЛЕГКИХ сводится к тому, что они способствуют выделению из организма углекислого газа, который является конечным продуктом метаболизма клеток и тканей. Накопление углекислого газа в крови может привести к сдвигам газовых констант крови и нарушениям окислительных процессов. Через легкие частично удаляется вода в виде паров, а также различные летучие вещества, которые образуются в самом организме или попадают в него извне. В определенных условиях вместе с выдыхаемым воздухом через легкие удаляются эфир, хлороформ, закись азота и ряд других наркотических веществ, а также эфирные и сивушные масла.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ КОЖИ осуществляется потовыми железами. Потовые железы имеют значение в выделении продуктов распада, образующихся в процессе обмена, в терморегуляции (так как испарение пота с поверхности кожи является фактором теплоотдачи) в осморегуляции (путем выделения воды и солей). Они расположены в соединительнотканной подкожной клетчатке и распространены на поверхности тела неравномерно (больше всего их на ладонях, подошвах и в подмышечных впадинах).

Пот обычно содержит 98 - 99% воды, из неорганических веществ в поте преимущественно содержится хлористый натрий и хлористый калий. Из органических в поте обнаруживаются мочевины, мочевая кислота, креатинин, летучие жирные кислоты, ароматические

оксикислоты и др. Реакция пота кислая (рН 3, 8 - 6, 2). Несмотря на различие состава пота и мочи, потовые железы до некоторой степени могут замещать почки в тех случаях, когда вследствие заболеваний почек количество выделяемой мочи уменьшается. В этих случаях потовые железы выделяют больше пота и он содержит больше мочевины.

К поту примешивается на поверхности кожи некоторое количество сала, отделяемого сальными железами кожи. Кожное сало смягчает кожу и смазывает волосы. В момент выделения кожное сало жидкое, но быстро густеет. Оно состоит главным образом из нейтральных жиров. Под влиянием кислот пота кожное сало разлагается, причем образуются жирные кислоты с характерным запахом. Сальные железы кожи расположены большей частью вблизи волос.

К кожным железам относятся и молочные, секрет которых - молоко необходим для питания новорожденных. Женское молоко содержит белки, жиры, углеводы, витамины, минеральные вещества и воду. В молоке имеются бактерицидные вещества и антитела, способствующие возникновению пассивного иммунитета у ребенка, питающегося этим молоком. Нормальной секреции молока способствует хорошее самочувствие и настроение матери. Тяжелые психические переживания, страх, подавленное настроение уменьшают секрецию молока и могут привести к полному ее угнетению.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧЕК. Почки являются основным органом выделения, они выводят с мочой основную часть конечных продуктов метаболизма, главным образом белкового: мочевины, аммиак, креатинин и др. Кроме того, почки удаляют из организма токсические вещества, которые являются продуктами жизнедеятельности болезнетворных микроорганизмов. С мочой выводятся многие лекарственные вещества - мышьяк, ртуть, железо и другие, попадающие в организм в составе лекарственных препаратов или при отравлении.

Почки как органы выделения принимают участие в поддержании постоянства объема крови и других жидкостей организма, в регуляции постоянства их осмотического давления, ионного состава, кислотно - основного равновесия. Кроме того, почки принимают участие в невыделительных функциях, к которым можно отнести: регуляция артериального давления, эритропоэза, свертывания крови и фибринолиза. Важной функцией почек является секреция ферментов и других биологически активных веществ - брадикинина, простагландинов и других.

Образование мочи в почке начинается с ультрафильтрации плазмы крови в почечных клубочках. Жидкость проходит через клубочковый фильтр из просвета кровеносных капилляров в полость капсулы клубочка. В этом процессе важную роль играют два механизма: фильтрующая мембрана и градиент давления.

Фильтрующая мембрана состоит из трех слоев: эндотелия капилляров, базальной мембраны и внутреннего листка капсулы, образованного эпителиальными клетками. Клетки эндотелия капилляров имеют очень тонкие периферические участки, в просвет сосуда выступает лишь область клетки, где находится ядро. Боковые части клетки пронизаны довольно крупными отверстиями, обычно затянутыми тонкой диафрагмой. При нормальной скорости кровотока крупные молекулы белка образуют над этими порами барьерный слой, что служит препятствием для прохождения через поры не только глобулинов, но и альбуминов. Таким образом, эндотелий капилляров ограничивает прохождение через клубочковый фильтр форменных элементов и белков, но свободно пропускает низкомолекулярные вещества, растворенные в плазме крови. Следующий барьер фильтра - это базальная мембрана. Ее поры ограничивают прохождение молекул в зависимости от размера, формы и заряда. Так как она имеет сетчатую структуру, происходит ограничение прохождения молекул размером более 3, 4 нм. Последним барьером на пути фильтруемых веществ являются эпителиальные клетки капсулы, которые тоже ограничивают прохождение альбуминов и других молекул с большой молекулярной массой.

ГРАДИЕНТ ДАВЛЕНИЯ (или фильтрационное давление) создается благодаря разнице гидростатического давления крови в капиллярных клубочках (оно равно там 70 мм рт. ст.) и сумме давлений, препятствующих фильтрации (онкотическое давление плазмы -30 мм рт. ст. и гидростатическое давление ультрафильтрата в капсуле клубочка 20 мм рт. ст.). В результате в норме величина фильтрационного давления равна около 20 мм рт. ст.

Если гидростатическое давление крови в капиллярах клубочков снижается до 40 мм рт. ст., то процесс фильтрации прекращается. Величина фильтрации зависит от просвета приносящего и выносящего сосудов, а именно сужение выносящего сосуда приводит к увеличению фильтрации, а сужение приносящего - к ее снижению.

Второй этап образования мочи - это канальцевая реабсорбция. В результате процессов фильтрации образуется первичная моча, из

которой в почечных канальцах всасывается обратно в кровь (реабсорбция) вода, глюкоза, аминокислоты, микроэлементы, соли и низкомолекулярные белки. За сутки у человека образуется до 180 л первичной мочи, а в результате обратного всасывания воды суточный диурез составляет всего 1 - 1,5 л конечной мочи. Реабсорбция различных веществ из первичной мочи в канальцах осуществляется за счет активного и пассивного транспорта.

ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ связан с переносом веществ по электрохимическому, концентрационному и осмотическому градиенту. По механизму пассивного транспорта реабсорбируется вода, некоторые ионы, углекислый газ, мочевины. Активный транспорт веществ осуществляется против электрохимического и концентрационного градиента за счет деятельности эпителия почечных канальцев. Такой транспорт требует затрат энергии и участия специальных ферментных систем. С помощью активного транспорта реабсорбируется глюкоза, аминокислоты, фосфаты, соли натрия.

Реабсорбция веществ в различных частях нефрона неодинакова. В проксимальном отделе канальца имеет место обязательная реабсорбция воды, глюкозы, ионов натрия и калия. В дистальном отделе канальца осуществляется факультативное всасывание - продолжается реабсорбция воды, ионов натрия, калия, а также других веществ. Вода адсорбируется на протяжении всего канальца, однако в дистальной части скорость ее реабсорбции в два раза больше, чем в проксимальном. Вода и ионы натрия интенсивно всасываются в петле нефрона. Эпителий нисходящего отдела петли хорошо пропускает воду, а эпителий восходящего отдела непроницаем для воды, активно переводит ионы натрия из первичной мочи в тканевую жидкость благодаря работе противоточно поворотной - системы почек.

Поступление ионов натрия в межклеточную жидкость приводит к повышению ее осмотического давления, а это в свою очередь способствует выходу воды из нисходящего отдела петли в ткани. Реабсорбция воды, ионов натрия и калия и других веществ продолжается в дистальных извитых канальцах. Однако если в проксимальных извитых канальцах и в петле реабсорбция ионов натрия и калия не зависят от их концентрации в крови (обязательная реабсорбция), то в дистальных канальцах такая зависимость имеется (факультативная реабсорбция). В собирательных трубках осуществляется окончательная реабсорбция воды.

В процессе мочеобразования важным этапом является еще и канальцевая секреция. Секреция ускоряет выделение мочой некоторых чужеродных веществ, конечных продуктов обмена, ионов. В почке секретируются органические кислоты - пенициллин, парааминогиппуровая кислота, мочева кислота; органические основания - холин, гуанидин; неорганические вещества - калий.

В зависимости от состояния водного баланса организма почки выделяют разведенную или концентрированную мочу. В процессе осмотического концентрирования мочи в почке принимают участие все отделы канальцев, сосуды мозгового вещества, межклеточная ткань. В почках две трети ультрафильтрата реабсорбируется к концу проксимального сегмента. Оставшаяся в канальцах жидкость содержит осмотически активные вещества в такой же концентрации, как и плазма крови, хотя и отличается от нее по составу вследствие реабсорбции органических веществ и ионов. Далее канальцевая жидкость переходит из коркового слоя в мозговое вещество - в нисходящий отдел петли Генле - и движется до вершины почечного сосочка, где каналец изгибается на 180° и моча переходит в восходящий отдел петли, в нем жидкость течет в направлении от вершины сосочка к коре почки (противоточно - поворотный механизм). Когда жидкость поступает в тонкий нисходящий отдел петли, она попадает в зону почки, в межклеточном веществе которой концентрация осмотически активных веществ выше, чем в коре почки. Это повышение осмолярной концентрации в наружной зоне мозгового вещества обусловлено деятельностью толстого восходящего отдела петли. Его стенка непроницаема для воды, а клетки транспортируют ионы хлора и натрия в межклеточное вещество. Стенка нисходящего отдела петли проницаема для воды и вода всасывается из просвета канальца в окружающую межклеточную ткань почки по осмотическому градиенту. В начальные отделы дистального извитого канальца всегда поступает гипотоническая моча. В условиях дефицита воды в организме гипофиз усиливает секрецию антидиуретического гормона, что увеличивает проницаемость стенок конечных частей дистального сегмента и собирательных трубочек для воды. Из гипотонической жидкости реабсорбируется вода и жидкость здесь становится изосмотической крови в системном кровотоке. Окончательное концентрирование мочи наступает в собирательных трубочках, из них реабсорбируется вода и концентрация мочи в них увеличивается. В конечном счете выделяется гиперосмотическая моча.

При потреблении больших количеств воды почки выделяют гипотоническую мочу. Так почки регулируют осмотическое давление. Большую роль в этом процессе играют периферические (расположенные в печени, почках, селезенке, кровеносных сосудах) и центральные (в гипоталамусе) осморецепторы. При обезвоживании организма при введении в сосудистое русло гипертонического раствора хлористого натрия увеличивается возбуждение осморецепторов, в результате усиливается секреция антидиуретического гормона, возрастает реабсорбция воды в канальцах, уменьшается мочеотделение и выделяется осмотически концентрированная моча.

РЕГУЛЯЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЧЕК осуществляется нервным и гуморальным путем. Уменьшение или увеличение диуреза может быть вызвано условнорефлекторно, что свидетельствует о влиянии высших отделов центральной нервной системы на работу почек. При возбуждении симпатических нервов, иннервирующих почки, снижается величина фильтрации в связи с сужением приносящих сосудов, уменьшением количества крови, притекающей к почкам, и снижением гидростатического давления в капиллярах клубочков.

При болевых раздражениях рефлекторно снижается диурез вплоть до полного его прекращения - болевая анурия. Ее механизм основан на том, что в результате активации гипоталамуса и гипофиза увеличивается секреция антидиуретического гормона, одновременно повышается тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы, что приводит к снижению клубочковой фильтрации. Гуморальная регуляция осуществляется в основном за счет антидиуретического гормона и альдостерона. Первый увеличивает проницаемость стенок дистальных канальцев и собирательных трубочек для воды, что способствует усилению ее обратного всасывания, а следовательно и уменьшению диуреза. Второй уменьшает почечный кровоток и клубочковую фильтрацию, а также влияет на реабсорбцию натрия и калия.

НЕВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ ПОЧЕК связаны с тем, что в них образуются и постулают в кровоток физиологически активные вещества, действующие на другие органы и ткани, а также обладающие выраженным влиянием в самой почке. Из тканей почки выделяются локально действующие вещества - простагландины, брадикинины. К системным факторам относят ренин, эритропоэтин (вырабатываются в юкстагломерулярном аппарате). Ренин отщепляет в плазме от ангиотензиногена ангиотензин 1. Под действием

специального фермента (преимущественно легочного происхождения) ангиотензин 1 переходит в ангиотензин 11. Это вещество влияет на тонус сосудов, скорость реабсорбции натрия, является стимулятором образования альдостерона. Стимулятором секреции ренина являются разные факторы: повышенная концентрация NaCl, уменьшение кровенаполнения афферентной артериолы, кровопотеря, повышение внутриканальцевого давления и другие.

В последние годы показана гормонообразовательная функция почек, связанная с регуляцией обмена кальция в организме.

В почке образуется эритропоэтин, стимулирующий образование эритроцитов в костном мозгу. Особенно этот процесс активируется при гипоксии. В почке образуются кинины, калликреин. Важную роль играют почки в регуляции свертывания крови и фибринолиза. В них синтезируется активатор плазминогена - урокиназа.

Наконец, почки играют важную роль в метаболизме белков, липидов и углеводов. Они имеют отношение к расщеплению низкомолекулярных и измененных белков, потребляют и продуцируют глюкозу, извлекают свободные жирные кислоты и обеспечивают их окисление.

ВЫДЕЛЕНИЕ МОЧИ из почки через мочеточники приводит к ее накоплению в мочевом пузыре. По мере увеличения количества поступающей мочи пузырь растягивается, напряжение его стенок некоторое время остается постоянным и давление в полости пузыря не растет. Когда объем жидкости в полости мочевого пузыря достигает критического значения (физиологического объема - около 200 мл), круто нарастает напряжение его гладкомышечных стенок, возрастает давление в полости пузыря. Это сопровождается растяжением его стенок и раздражением механорецепторов. Импульсы от них поступают по афферентным нервам в крестцовый отдел спинного мозга, где располагается рефлекторный центр мочеиспускания. Он находится под контролем вышележащих отделов головного мозга - тормозные влияния исходят из коры головного мозга и среднего мозга, возбуждающие - из варолиева моста и заднего гипоталамуса.

Корковые влияния, обеспечивающие импульс к произвольному акту мочеиспускания, вызывают возрастание давления внутри пузыря. Происходит открытие шейки мочевого пузыря, расширение и укорочение задней уретры, расслабление сфинктера. В результате сокращения пузыря давление в нем нарастает, а в уретре падает, что

вызывает переход в фазу опорожнения мочевого пузыря и удаление мочи наружу по мочеиспускательному каналу.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ СЛЮННЫХ ЖЕЛЕЗ.

Выделительную функцию наряду с перечисленными органами выполняют и слюнные железы. Они экскретируют из крови различные вещества, например, йод, бром, соли тяжелых металлов (ртути, висмута, свинца, золота), сульфаниламиды, пенициллин и др. При недостаточности экскреторной функции основного органа выделения - почек - компенсаторно в процесс экскреции включаются и слюнные железы.

При этом в связи с выделением слюнными железами большого количества мочевины, под влиянием слюны, переходящей в аммиак, у больного постоянно отмечается неприятный запах изо рта. При подагре в слюну выделяется мочевая кислота, а при желтухе - составные части желчи, при диабете - запах ацетона и т. п.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Возбудимые ткани	3
2. Сердечно - сосудистая система	8
3. Система крови	18
4. Система дыхания	45
5. Физиология нервной системы	54
6. Обмен веществ и энергии	70
7. Пищеварение	77
8. Выделительные процессы в организме	96

ЛИТЕРАТУРА

1. Лекции
2. Физиология человека, Г. И. Косицкий, М, 1985,
3. Нормальна фізіологія. \Под ред. В. И. Филимонова. -
К. Здоровье, 1994.
4. Общий курс физиологии человека и животных.
\Под. ред. А. Д. Ноздрачева. - М. :Высш. шк., 1991.